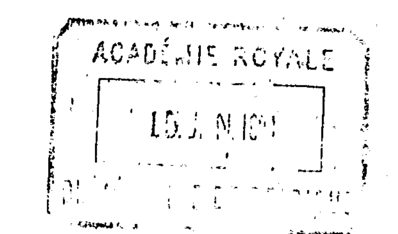
1901

PREMIER SEMESTRE.



COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 1 (7 Janvier 1901).

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20 fr.** — Départements : **30 fr.** — Union postale : **34 fr.**

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferron frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Marche.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Co. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liége	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Petersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15 fr.**
Tomes 92 à 121. — (1er janvier 1881 à à 31 décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... **15 fr.**

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15 fr.**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861 ... **15 fr.**

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

N° 1.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 7 janvier 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT TRENTE-DEUXIÈME.

JANVIER—JUIN 1901.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
AU 1er JANVIER 1901.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (G. O. ❄).
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) (O. ❄).
POINCARÉ (Jules-Henri) (O. ❄).
PICARD (Charles-Émile) (O. ❄).
APPELL (Paul-Émile) (O. ❄).
PAINLEVÉ (Paul).

SECTION II. — *Mécanique.*

LEVY (Maurice) (O. ❄).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) ❄.
DEPREZ (Marcel) (O. ❄).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (C. ❄).
LÉAUTÉ (Henry) (O. ❄).
SEBERT (Hippolyte) (C. ❄).

SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (G. C. ❄).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (C. ❄).
LŒWY (Maurice) (C. ❄).
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) (O. ❄).
CALLANDREAU (Pierre-Jean-Octave) ❄.
RADAU (Jean-Charles-Rodolphe) ❄.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ❄).
GRANDIDIER (Alfred) (O. ❄).
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. ❄).
BASSOT (Jean-Léon-Antonin) (O. ❄).
GUYOU (Émile) (O. ❄).
HATT (Philippe-Eugène) (O. ❄).

SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

CORNU (Marie-Alfred) (O. ✻).
MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (G. O. ✻).
LIPPMANN (Gabriel) (C. ✻).
BECQUEREL (Antoine-Henri) (O. ✻).
POTIER (Alfred) (O. ✻).
VIOLLE (Louis-Jules-Gabriel) (O. ✻).

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

TROOST (Louis-Joseph) (C. ✻).
GAUTIER (Émile-Justin-Armand) (O. ✻).
MOISSAN (Henri) (C. ✻).
DITTE (Alfred) (O. ✻).
LEMOINE (Georges) (O. ✻).
HALLER (Albin) (O. ✻).

SECTION VII. — *Minéralogie.*

FOUQUÉ (Ferdinand-André) (O. ✻).
GAUDRY (Jean-Albert) (C. ✻).
HAUTEFEUILLE (Paul-Gabriel) (O. ✻).
BERTRAND (Marcel-Alexandre) ✻.
LÉVY (Auguste-Michel) (O. ✻).
LAPPARENT (Albert-Auguste DE) ✻.

SECTION VIII. — *Botanique.*

CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. ✻).
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) (O. ✻).
BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) (O. ✻).
GUIGNARD (Jean-Louis-Léon) ✻.
BONNIER (Gaston-Eugène-Marie) ✻.
PRILLIEUX (Édouard-Ernest) (O. ✻).

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (C. ✻).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (C. ✻).
DEHÉRAIN (Pierre-Paul) (O. ✻).
DUCLAUX (Pierre-Émile) (C. ✻).
MUNTZ (Charles-Achille) (O. ✻).
ROUX (Pierre-Paul-Émile) (C. ✻).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (G. O. ✻).
RANVIER (Louis-Antoine) (O. ✻).
PERRIER (Jean-Octave-Edmond) (O. ✻).
FILHOL (Antonin-Pierre-Henri) (O. ✻).
CHATIN (Joannès-Charles-Melchior) ✻.
GIARD (Alfred-Mathieu) ✻.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

MAREY (Étienne-Jules) (C. ✻).
BOUCHARD (Charles-Jacques) (C. ✻).
GUYON (Jean-Casimir-Félix) (O. ✻).
POTAIN (Pierre-Carl-Édouard) (C. ✻).
ARSONVAL (Arsène D') (O. ✻).
LANNELONGUE (Odilon-Marc) (C. ✻).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

DARBOUX (Jean-Gaston) (C. ✻), pour les Sciences mathématiques.
BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. C. ✻), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✻).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULSES DE) (O. ✻).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (G. O. ✻).
JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE) (G. O. ✻).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ✻).
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis) ✻.
BROUARDEL (Paul-Camille-Hippolyte) (G. O. ✻).
LAUSSEDAT (Aimé) (G. O. ✻).
CARNOT (Marie-Adolphe) (O. ✻).
ROUCHÉ (Eugène) (O. ✻).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

KELVIN (Sir William THOMSON, Lord) à Glasgow (G. O. ✻).
LISTER (Lord), à Londres.
NORDENSKIÖLD (Nils-Adolf-Érik, baron) (C. ✻), à Stockholm.
NEWCOMB (Simon) (O. ✻), à Washington.
VIRCHOW (Rudolph-Ludvig-Carl) (C. ✻), à Berlin.
STOKES (Sir George-Gabriel), à Cambridge.
SUESS (Édouard), à Vienne.
HOOKER (Sir Joseph-Dalton), à Kew.

CORRESPONDANTS[1].

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (10).

SALMON (George), à Dublin.
FUCHS (Immanuel-Lazarus), à Berlin.
SCHWARZ (Hermann-Amandus), à Grünewald, près Berlin.
KLEIN (Félix), à Gœttingue.

---

(1) Un décret du 24 juin 1899 a porté le nombre des Correspondants, tant nationaux qu'étrangers, de cent à cent seize.

Le règlement du 13 novembre 1899 a fixé à dix le nombre des Correspondants de chaque Section, à l'exception de la Section d'Astronomie qui conserve seize Correspondants.

Messieurs :

CREMONA (Louis), à Rome.
MÉRAY (Hugues-Charles-Robert) (O. ✻), à Dijon.
ZEUTHEN (Hieronymus-Georg), à Copenhague.
MITTAG-LEFFLER (Magnus-Gustaf), à Stockholm.
LIPSCHITZ (Rudolph-Otto-Sigismond), à Bonn.
DEDEKIND (Richard), à Brunswick.

SECTION II. — *Mécanique* (10).

SIRE (Georges-Étienne) ✻, à Besançon.
CONSIDÈRE (Armand-Gabriel) (O. ✻), à Quimper.
AMSLER (Jacob), à Schaffhouse.
VALLIER (Frédéric-Marie-Emmanuel), ✻, à Rueil.
GIBBS (J.-Willard), à New-Haven (Connecticut).
BOLTZMANN (Louis), à Vienne.
DWELSHAUVERS-DERY (Victor-Auguste-Ernest) ✻, à Liége.
BAZIN (Henry-Émile) (O. ✻), à Chenôve (Côte-d'Or).
DUHEM (Pierre), à Bordeaux.
N. . . . .

SECTION III. — *Astronomie* (16).

STRUVE (Otto-Wilhelm) (G. O. ✻), à Carlsruhe.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (William), à Londres.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard) (O. ✻), à Marseille.
HALL (Asaph) ✻, à Washington.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginus), à Milan.
LANGLEY (Samuel-Pierpont), à Washington.
AUWERS (Arthur), à Berlin.
RAYET (Georges-Antoine-Pons) (O. ✻), à Bordeaux.
PERROTIN (Henri-Joseph-Anastase) ✻, à Nice.
BACKLUND (Oskar), à Poulkova.
GILL (David), au Cap de Bonne-Espérance.
BAKHUYZEN (VAN DE SANDE) (O. ✻), à Leyde.
CHRISTIE (William-Henry), à Greenwich (Angleterre).
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (10).

Messieurs :

TEFFÉ (le baron DE), à Rio-de-Janeiro.
GRIMALDI (Albert-Honoré-Charles) (G. C. ✻), prince souverain de Monaco, à Monaco.
NANSEN (Fridtjof) (C. ✻), à Bergen (Norvège).
HELMERT (Frédéric-Robert), à Potsdam.
COLIN (le R. P. Édouard-Élie), à Tananarive.
GALLIENI (Joseph-Simon) (G. O. ✻), à Saint-Raphaël (Var).
BIENAYMÉ (Arthur-François-Alphonse), à Toulon.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SECTION V. — *Physique générale* (10).

CROVA (André-Prosper-Paul) ✻, à Montpellier.
RAYLEIGH (John-William STRUTT, Lord) (O. ✻), à Essex.
AMAGAT (Émile-Hilaire) ✻, à Bourg.
RAOULT (François-Marie) (C. ✻), à Grenoble.
ROWLAND (Henry-Augustin) (O. ✻), à Baltimore.
BICHAT (Ernest-Adolphe) (O. ✻), à Nancy.
BLONDLOT (René-Prosper) ✻, à Nancy.
HITTORF (Wilhem), à Munster (Prusse).
VAN DER WAALS (Johannes-Diderik), à Amsterdam.
MICHELSON (Albert-A.), à Chicago.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (10).

WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.
REBOUL (Pierre-Edmond) (O. ✻), à Marseille.
BAEYER (Adolf VON), à Munich.
ROSCOÉ (Sir Henry-Enfield) (O. ✻), à Londres.
CANNIZZARO (Stanislas) (O. ✻), à Rome.
RAMSAY (William) (O. ✻), à Londres.

Messieurs :

MENDELEEF (Dmitry-Iwanowitch), à Saint-Pétersbourg.
FISCHER (Émile), à Berlin.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION VII. — *Minéralogie* (10).

GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ✻, à Lille.
GEIKIE (Sir Archibald), à Londres.
RICHTHOFEN (Ferdinand, baron DE), à Berlin.
TSCHERMAK (Gustave), à Vienne.
DEPÉRET (Charles-Jean-Julien), à Lyon.
ROSENBUSCH (Harry), à Heidelberg.
PERON (Pierre-Alphonse) (C. ✻), à Auxerre.
ZITTEL (Karl VON), à Munich.
OEHLERT (Daniel) ✻, à Laval.
KLEIN (Johann-Friedrich-Carl), à Berlin.

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

CLOS (Dominique) ✻, à Toulouse.
SIRODOT (Simon) (O. ✻), à Rennes.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
AGARDH (Jacob-Georg), à Lund.
MILLARDET (Alexis) ✻, à Bordeaux.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior) ✻, à Buitenzorg, près Batavia (Java).
SCHWENDENER (Simon), à Berlin.
PFEFFER (Wilhelm-Friedrich-Philipp), à Leipzig.
STRASBURGER (Édouard), à Bonn.

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
LAWES (Sir John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
LECHARTIER (Georges-Vital), à Rennes.

Messieurs :

HOUZEAU (Auguste) (O. ☼), à Rouen.
ARLOING (Saturnin) (O. ☼), à Lyon.
PAGNOUL (Aimé), à Arras.
GAYON (Léonard-Ulysse), à Bordeaux.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

AGASSIZ (Alexandre) (O. ☼), à Cambridge (États-Unis).
FABRE (Jean-Henri) ☼, à Sérignan (Vaucluse).
KOWALEWSKI (Alexandre), à Saint-Pétersbourg.
SABATIER (Armand) (O. ☼), à Montpellier.
RETZIUS (Gustave), à Stockholm.
BERGH (Ludwig-Rudolph-Sophus), à Copenhague.
LANKESTER (Edwin-Ray), à Londres.
LORTET (Louis) (O. ☼), à Lyon.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (10).

LÉPINE (Jacques-Raphaël) (O. ☼), à Lyon.
HERRGOTT (François-Joseph) (O. ☼), à Nancy.
LAVERAN (Louis-Charles-Alphonse) ☼, à Montpellier.
ENGELMANN (Théodor-Wilhelm), à Berlin.
LEYDEN (Ernst VON), à Berlin.
MOSSO (Angelo), à Turin.
BURDON-SANDERSON (Sir John), à Oxford.
ZAMBACO (Démétrius-Alexandre) (O. ☼), à Constantinople.
CZERNY (Vincent-Joseph), à Heidelberg.
N. . . . .

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 JANVIER 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION CENTRALE ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1901, lequel doit être choisi dans l'une des Sections des Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Bouquet de la Grye obtient . . . . . 54 suffrages,
M. Mascart » . . . . . 1 suffrage.

Il y a un bulletin blanc.

M. **Bouquet de la Grye**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres qui devront faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1901.

MM. **Bornet** et **Maurice Levy**, ayant réuni la majorité des suffrages, sont élus Membres de la Commission centrale administrative.

M. **Maurice Levy**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1900.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1901.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CXXVIII (1er semestre 1899) et le Tome CXXIX (2e semestre 1899) ont paru avec leurs Tables; ainsi que le Tome IV de la Table générale, comprenant les années 1881 à 1895.

Les numéros de l'année 1900 ont été mis en distribution, chaque semaine, avec la régularité habituelle.

Mémoire présenté : Un Mémoire de M. L. Torres, intitulé : « Machines à calculer » (*Savants étrangers*, t. XXXII, n° 9).

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1900.

Membres décédés.

Section de Chimie : M. **Grimaux**, décédé le 2 mai 1900.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Blanchard**, décédé le 11 février 1900; M. **Milne-Edwards**, décédé le 21 février 1900.

Secrétaire perpétuel : M. **Joseph Bertrand**, décédé le 3 avril 1900.

Membres élus.

Section de Géométrie : M. **Painlevé**, élu le 10 décembre 1900, en remplacement de M. **Darboux**, élu Secrétaire perpétuel.

Section de Chimie : M. **Haller**, élu le 26 novembre 1900, en remplacement de M. **Grimaux**, décédé.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Joannes Chatin**, élu le 21 mai 1900, en remplacement de M. **Blanchard**, décédé; M. **Giard**, élu le 25 juin 1900, en remplacement de M. **Milne-Edwards**, décédé.

Secrétaire perpétuel : M. **Darboux**, élu le 21 mai 1900, en remplacement de M. **Joseph Bertrand**, décédé.

Associés étrangers élus.

Sir George **Stokes**, à Cambridge, le 19 février 1900, en remplacement de M. **Weierstrass**, décédé.

M. **Suess**, à Vienne, le 30 avril 1900, en remplacement de Sir **Edward Frankland**, décédé.

Sir **Joseph Hooker**, à Kew, le 19 novembre 1900, en remplacement de M. **Bunsen**, décédé.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1900.

Correspondants décédés.

Section de Mécanique : M. **Beltrami**, à Rome, décédé le 17 février 1900.

Section de Géographie et de Navigation : M. **Alexis de Tillo**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 11 janvier 1900; M. l'abbé **A. David**, missionnaire en Chine, décédé à Paris, le 10 novembre 1900; M. **de Serpa Pinto**, décédé en décembre 1900.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Marion**, à Marseille, décédé le 23 janvier 1900.

Section de Médecine : M. **Ollier**, à Lyon, décédé le 26 novembre 1900

Correspondants élus.

Section de Géométrie : M. **Zeuthen**, à Copenhague, élu le 22 janvier 1900, en remplacement de M. **Sophus Lie**, décédé; M. **Mittag-Leffler**, à Stockholm, élu le 29 juin 1900, conformément au décret du 24 juin 1899;

M. **Lipschitz**, à Bonn, élu le 16 juillet 1900, en vertu du même décret; M. **Richard Dedekind**, à Brunswick, élu le 31 décembre 1900, en vertu du même décret.

Section de Mécanique : M. **Gibbs**, à New-Haven, élu le 21 mai 1900, en remplacement de M. Riggenbach, décédé; M. **Boltzmann**, à Vienne, élu le 28 mai 1900, en remplacement de M. Beltrami, décédé; M. **Dwelshauvers-Dery**, à Liége, élu le 18 juin 1900, conformément au décret du 24 juin 1899; M. **Bazin**, à Chenôve, élu le 25 juin 1900, conformément au même décret; M. **Duhem**, à Bordeaux, élu le 30 juillet 1900, conformément au même décret.

Section de Géographie et Navigation : M. **Bienaymé**, à Toulon, élu le 29 janvier 1900, conformément au décret du 24 juin 1899.

Section de Physique générale : M. **Hittorf**, à Munster, élu le 26 mars 1900, en remplacement de M. Wiedemann, décédé; M. **Van der Waals**, à Amsterdam, élu le 2 avril 1900, en remplacement de Sir George Stokes, élu associé étranger; M. **Michelson**, à Chicago, élu le 9 avril 1900, conformément au décret du 24 juin 1899.

Section de Chimie : M. **Emile Fischer**, à Berlin, élu le 5 mars 1900, conformément au décret du 24 juin 1899.

Section de Minéralogie : M. **Peron**, à Auxerre, élu le 22 janvier 1900, en remplacement de M. Matheron, décédé; M. **Karl von Zittel**, à Munich, élu le 19 février 1900, conformément au décret du 24 juin 1899; M. **Œhlert**, à Laval, élu le 18 juin 1900, en remplacement de M. Suess, élu associé étranger; M. **Carl Klein**, élu le 19 novembre 1900, conformément au décret du 24 juin 1899.

Section de Botanique : M. **Schwendener**, à Berlin, élu le 12 février 1900, en remplacement de M. le baron de Mueller, décédé; M. **Pfeffer**, à Leipzig, élu le 19 février 1900, en remplacement de M. Cohn, décédé; M. **Édouard Strasburger**, à Bonn, élu le 31 décembre 1900, en remplacement de Sir Hooker, élu Associé étranger.

Section de Médecine et Chirurgie : Sir **Burdon-Sanderson**, à Oxford, élu le 7 mai 1900, en remplacement de Sir Paget, décédé; M. **Zambaco**, à Constantinople, élu le 2 juillet 1900, conformément au décret du 24 juin 1899; M. **Czerny**, à Heidelberg, élu le 9 juillet 1900, conformément au même décret.

Correspondants à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Gould**, à Cambridge (États-Unis), décédé; M. **Souillart**, à Lille, décédé.

Section de Géographie et Navigation : M. **A. de Tillo**, à Saint-Pétersbourg, décédé; M. l'abbé **A. David**, en Chine, décédé; M. **de Serpa Pinto**, à Lisbonne, décédé.

Section de Chimie : M. **Haller**, à Paris, élu académicien ordinaire.

Section d'Économie rurale : M. le marquis **Menabrea**, à Rome, décédé; M. **Demontzey**, à Aix, décédé.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Flower**, à Londres, décédé; M. **Marion**, à Marseille, décédé.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Ollier**, à Lyon, décédé.

Nota. — Une place de Correspondant, créée par le Décret du 24 juin 1899, est encore vacante dans la Section de Mécanique.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la mort de M. le Dr **Potain**, Membre de la Section de Médecine et Chirurgie, s'exprime comme il suit :

« Mes chers Confrères,

« Au début de mes fonctions de Président de l'Académie des Sciences pour l'année 1901, un pénible devoir m'incombe. J'ai à vous annoncer officiellement la mort de notre Confrère le Docteur Potain.

» Quand nous l'avons appelé, il y a sept ans, à siéger parmi nous, nous avions été attirés vers lui par sa science profonde et sa haute honorabilité. Son trop court séjour dans notre Compagnie a justifié pleinement son excellent renom, et tous nous avons joui de son humeur affable et de sa parfaite aménité.

» En dehors de notre Académie, sa renommée dans le monde médical était universelle. A une époque où les Sciences se divisent et se subdivisent, où chacun s'enferme presque fatalement dans une spécialité restreinte à laquelle il consacre sa vie, et où la médecine particulièrement s'est ramifiée en un grand nombre de branches distinctes, Potain avait su conserver une autorité magistrale sur tout l'ensemble de l'immense domaine des Sciences qui servent de base à l'art de guérir. Son savoir étendu, ses habitudes

minutieuses d'investigation méthodique donnaient à sa pratique médicale une valeur incomparable. Tous ceux qui ont suivi ses cliniques ont admiré la sûreté de ses diagnostics et la solidité des conclusions qu'il en savait tirer. Enfin comme couronnement d'aussi précieuses qualités, notre Confrère était doué d'une modestie sans égale et d'une inépuisable bonté. »

La séance est levée en signe de deuil, après dépouillement de la Correspondance.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales de différentielles totales de troisième espèce dans la théorie des fonctions algébriques de deux variables;* par M. **Émile Picard**.

« Dans mes recherches antérieures sur la théorie des fonctions algébriques de deux variables, j'ai établi les propriétés fondamentales des intégrales de différentielles totales de première et de seconde espèce. Il reste, sans doute, encore bien des points à élucider; il serait notamment à désirer d'avoir des exemples de surfaces, dont la connexion linéaire soit supérieure à l'unité, plus étendus que ceux qui ont été donnés jusqu'ici. On peut aussi se demander si, comme il semble bien probable, une surface peut posséder des intégrales de différentielles totales de seconde espèce sans en avoir de première espèce; pareillement, si j'ai pu établir une relation très simple entre le nombre des intégrales distinctes de seconde espèce et le nombre de leurs périodes, on ne connaît par contre rien d'analogue concernant les intégrales de première espèce. Ces questions difficiles mériteraient, je crois, de solliciter l'effort des chercheurs. Une étude de nature en apparence bien différente, celle des intégrales *doubles* de seconde espèce, a depuis longtemps appelé mon attention sur les intégrales de différentielles totales de *troisième* espèce. Je me propose d'énoncer ici à leur sujet un théorème qui semble avoir quelque intérêt pour la théorie des surfaces algébriques.

» Pour éviter certaines difficultés, et sans restreindre d'ailleurs au fond la généralité, nous envisageons une surface n'ayant d'autres singularités qu'une ligne double avec points triples. Étant considérée la surface

$$f(x, y, z) = 0,$$

une intégrale de différentielle totale de troisième espèce

$$\int P\,dx + Q\,dy,$$

où P et Q sont rationnels en x, y et z, aura un certain nombre de lignes logarithmiques irréductibles. Ceci posé, voici l'énoncé du théorème que j'ai en vue :

» *On peut, sur la surface f, trouver un certain nombre λ de courbes algébriques irréductibles, telles qu'il n'existe pas d'intégrale de troisième espèce ayant seulement comme lignes logarithmiques toutes ces courbes ou quelques-unes d'entre elles, mais telles qu'il existe une intégrale de troisième espèce n'ayant d'autres lignes logarithmiques qu'une $\lambda+1^{\text{ième}}$ courbe irréductible prise arbitrairement sur la surface et la totalité ou une partie des λ premières.*

» La démonstration de ce théorème est assez longue; elle s'appuie avec quelques modifications sur les principes dont je me suis servi dans l'étude des intégrales de seconde espèce (*Théorie des fonctions algébriques de deux variables*, t. I, Chap. IV et VI). Le nombre λ présente un caractère invariant, au moins pour les transformations birationnelles entre surfaces n'ayant que les singularités ordinaires de l'espèce indiquée.

» La proposition précédente joue un rôle important dans l'évaluation du nombre des intégrales *doubles* distinctes de *seconde* espèce, dont j'ai commencé autrefois l'étude (*loc. cit.*, t. II, Chap. VII). »

CORRESPONDANCE.

M. E. Strasburger, élu Correspondant pour la Section de Botanique, adresse ses remercîments à l'Académie.

MM. Guinard, Lugeon, Mouneyrat adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1900c (Giacobini), faites à l'observatoire d'Alger (équatorial coudé de* $0^{m},318$ d'ouverture), par MM. **Rambaud** et **Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1900.	Étoiles de compar.	Grandeur.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Comète. — Étoile. Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
			m s	′ ″		
Décembre 26...	*a*	9	+0.10,43	−1. 1,1	12:12	S
26...	*a*	»	+0.14,95	−1. 4,2	12:12	R
27...	*b*	8	−3.17,92	+7.46,6	12:14	R
27...	*b*	»	−3.10,70	+7.41,9	12:10	S

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1900.	Étoiles.	Asc. droite moyenne 1900,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1900,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Déc. 26.	*a*	23h 9m 44s,09	+3s,56	−22° 55′ 14″,4	+18″,1	Cordoba nº 202.
27.	*b*	23.18.27,21	+3,57	−23. 9.27,4	+17,9	Cordoba nº 472.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1900.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Déc. 26.....	6h 53m 6s	23h 9m 58s,08	$\bar{1}$,417	−22° 55′ 57″,4	0,859
26.....	7.11.45	23.10.02,60	$\bar{1}$,472	−22.56. 0,5	0,852
27.....	6.30. 2	23.15.12,86	$\bar{1}$,328	−23. 1.22,9	0,868
27.....	6.59.12	23.15.20,08	$\bar{1}$,432	−23. 1.27,6	0,858

» La comète est une nébulosité de 1′ à 2′ de diamètre avec un faible noyau central dont l'éclat est comparable à celui d'une étoile de 13e grandeur au plus. La présence de la Lune rendait d'ailleurs les observations difficiles aux dates indiquées. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* 1900 *c* (*Giacobini*), *faites à l'équatorial coudé de l'observatoire de Besançon.* Note de M. **P. Chofardet**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1900.	Étoiles.	Temps sidéral de Besançon.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Distance polaire.	Nombre de compar.
Décembre 25...	*a*	0h 17m 4s,76	+1m 15s,17	+4′ 2″,7	12 : 9
25...	*b*	0.48.48,63	+4.14,53	+3.20,8	9 : 9
25...	*a*	0.48.48,63	+1.23,09	+4. 8,8	9 : 9

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne 1900,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne 1900,0.	Réduction au jour.
a..	Anon. rapp. à ⋆ *b*	23h 1m 41s,34	+3s,54	112° 45′ 29″,4	−18″,3
b..	Arg.-Œltzen, 22587	22.58.49,91	+3,54	112.46.17,4	−18,3

Positions apparentes de la comète 1900 *c* (*Giacobini*).

Dates. 1900.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
Déc. 25....	6h.1m.59s,0	23h.3m.0s,05	$\bar{1}$,140	112°.49′.13″,8	$0,912_n$
25....	6.33.37,7	23.3.7,98	$\bar{1}$,287	112.49.19,9	$0,906_n$
25....	6.33.37,7	23.3.7,97	$\bar{1}$,287	112.49.19,9	$0,966_n$

» La comète, observée par une lune de quatre jours, a l'aspect d'une nébulosité arrondie, sans queue, avec un petit noyau stellaire central de 12e grandeur. Le diamètre total est de 40″ à 50″. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces convexes fermées.* Note de M. H. MINKOWSKI.

« On sait que, parmi tous les corps de volume égal, la sphère a la plus petite surface. C'est ce théorème qui m'a conduit aux résultats suivants, concernant les surfaces convexes fermées.

» Pour plus de simplicité, je veux me restreindre à la considération de surfaces convexes ayant en chaque point un plan tangent déterminé et des rayons de courbure principaux finis et déterminés.

» 1. Soient Ω la surface de la sphère de rayon 1, ayant son centre à l'origine O, et $\cos\psi\sin\vartheta$, $\sin\psi\sin\vartheta$, $\cos\vartheta$ les coordonnées d'un point quelconque Π de cette surface Ω.

» Soient K un corps convexe quelconque et

$$x\cos\psi\sin\vartheta + y\sin\psi\sin\vartheta + z\cos\vartheta = H$$

l'équation du plan tangent à la surface de K, ayant la direction $O\Pi$ comme normale extérieure. Il est alors une fonction uniforme sur la surface Ω, et en assignant cette fonction $H(\vartheta, \psi)$, le corps K est déjà parfaitement déterminé.

» En posant

$$R = \frac{\partial^2 H}{\partial\vartheta^2} + H,$$

$$S = \frac{1}{\sin\vartheta}\frac{\partial^2 H}{\partial\vartheta\,\partial\psi} - \frac{\cos\vartheta}{\sin^2\vartheta}\frac{\partial H}{\partial\psi},$$

$$T = \frac{1}{\sin^2\vartheta}\frac{\partial^2 H}{\partial\psi^2} + \frac{\cos\vartheta}{\sin\vartheta}\frac{\partial H}{\partial\vartheta} + H,$$

la forme binaire quadratique $Ru^2 + 2Suv + Tv^2$ sera toujours positive. On sait que $R + T$ est la somme, $RT - S^2$ le produit des rayons de courbure principaux au point où ce plan tangent touche la surface de K.

» 2. Cela étant, soient K_1, K_2, K_3 trois corps convexes quelconques; nous distinguerons les quantités H, R, S, T relatives à ces corps par l'adjonction des indices respectifs 1, 2, 3.

» Je considère alors l'intégrale

$$\frac{1}{6}\int H_1(R_2T_3 - 2S_2S_3 + T_2R_3)\,d\omega = A_{1,2,3}$$

étendue à tous les éléments $d\omega = \sin\vartheta\, d\vartheta\, d\psi$ de la surface Ω.

» J'appelle la valeur de cette intégrale le *volume mixte* des corps K_1, K_2, K_3.

» Cette intégrale est toujours positive.

» *La valeur de cette intégrale n'est pas changée en permutant d'une manière quelconque l'ordre des trois corps, dont elle dépend.* De plus, cette intégrale reste invariable en faisant subir des translations quelconques à ces corps.

» Si les trois corps sont identiques, l'intégrale représentera le volume de ce corps unique.

» 3. Nous dirons que trois corps convexes K_1, K_2, K_3 sont *indépendants* lorsque entre leurs fonctions H_1, H_2, H_2 il n'existe aucune relation identique.

$$w_1H_1 + w_2H_2 + w_3H_3 = x_0\cos\psi\sin\vartheta + y_0\sin\psi\sin\vartheta + z_0\cos\vartheta,$$

où w_1, w_2, w_3, x_0, y_0, z_0 sont des constantes quelconques indépendantes de ϑ et ψ.

» K_1, K_2, K_3 étant des corps convexes quelconques, auxquels appartiennent les fonctions H_1, H_2, H_3, et w_1, w_2, w_3 étant des constantes quelconques toutes $\geqq 0$, mais pas toutes égales à zéro, la fonction

$$A = w_1H_1 + w_2H_2 + w_3H_3$$

déterminera toujours aussi un corps convexe K. Le volume de ce corps est alors

$$f(w_1, w_2, w_3) = \Sigma\Sigma\Sigma A_{i,k,l}w_iw_kw_l \quad (i, k, l = 1, 2, 3),$$

où $A_{i,k,l}$ désigne le volume mixte de K_i, K_k, K_l. Alors, on a le théorème suivant :

» *La surface*

$$f(\varpi_1, \varpi_2, \varpi_3) = 1,$$

où ϖ_1, ϖ_2, ϖ_3 *sont regardées comme des coordonnées rectilignes, est, dans le domaine défini par* $\varpi_1 \geqq 0$, $\varpi_2 \geqq 0$, $\varpi_3 \geqq 0$, *une surface convexe qui tourne sa convexité du côté opposé à l'origine.*

» *De plus, si* K_1, K_2, K_3 *sont indépendants, cette surface ne contient jamais trois points en ligne droite. Le déterminant*

$$\begin{vmatrix} A_{111} & A_{112} & A_{113} \\ A_{121} & A_{122} & A_{123} \\ A_{131} & A_{132} & A_{133} \end{vmatrix}$$

et les deux déterminants analogues, où le premier indice est remplacé successivement par les indices 2 *et* 3, *sont alors positifs. En outre,*

$$\begin{vmatrix} A_{111} & A_{112} \\ A_{121} & A_{122} \end{vmatrix}$$

et tous les déterminants correspondants sont négatifs.

» En particulier on tire de là :

» K_1, K_2 *étant des corps convexes quelconques, qui ne sont pas homothétiques, on a toujours les inégalités*

$$A_{111} A_{122} < A_{112}^2, \qquad A_{112} A_{222} < A_{122}^2.$$

» Ici A_{111} est le volume de K_1. En prenant pour K_2 spécialement une sphère de rayon 1, la quantité $3A_{112}$ sera l'*aire de la surface* de K_1, et en outre $3A_{122}$ sera la *courbure moyenne totale* de cette surface; enfin on aura $A_{222} = \frac{4\pi}{3}$. On est ainsi conduit au théorème suivant :

» *Parmi tous les corps convexes ayant une surface de même grandeur, la sphère a : 1° le plus grand produit du volume et de la courbure moyenne, et 2° la plus petite courbure moyenne, d'où résulte qu'elle a enfin le plus grand volume.*

» Une autre conséquence de ces dernières inégalités est celle-ci :

» *Si un corps convexe de volume égal à* 1 *n'est pas un cube avec des faces parallèles aux plans des coordonnées, la moyenne arithmétique des aires de ses trois projections sur les trois plans des coordonnées est toujours* > 1.

» 4. *Soit* $G = G(\vartheta, \psi)$ *une fonction uniforme et continue sur la surface de la sphère* Ω, *ayant en chaque point de cette surface une valeur positive*

et telle que les trois intégrales

$$\int \frac{\cos\psi \sin\vartheta}{G} d\omega, \quad \int \frac{\sin\psi \sin\vartheta}{G} d\omega, \quad \int \frac{\cos\vartheta}{G} d\omega,$$

étendues sur la surface Ω, *s'évanouissent toutes. Il existe alors toujours un corps convexe* K *tel qu'en un point quelconque de sa surface, où les cosinus directeurs de la normale extérieure sont* $\cos\psi \sin\vartheta$, $\sin\psi \sin\vartheta$, $\cos\vartheta$, *la courbure totale est égale à* $G(\vartheta, \psi)$, *et ce corps* K *est uniquement déterminé à une translation près.*

» En effet, parmi tous les corps convexes de volume égal à 1 on peut toujours déterminer un corps tel que, pour sa fonction H, la valeur de l'intégrale

$$I = \int \frac{H}{G} d\omega$$

étendue à la surface Ω soit *la plus petite possible*. Ce corps est parfaitement déterminé à une translation près. Si pour ce corps l'intégrale I a la valeur μ, on en déduira, par une dilatation dans le rapport $\sqrt{\mu} : 1$, le corps cherché K pour lequel $RT - S^2 = \frac{1}{G}$. »

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur le théorème des forces vives.* Note de M. **H. Duport**, présentée par M. Appell.

« Je me propose de donner, dans cette Note, une conséquence du théorème des forces vives qui me paraît avoir jusqu'ici échappé aux investigations des mathématiciens.

» Je vais me placer dans le cas le plus général d'atomes solides agissant les uns sur les autres. Les actions mutuelles de deux atomes seront considérées comme dépendant du système formé par les positions des atomes, les vitesses de leurs centres de gravité et leurs vitesses de rotation. On sera ainsi dans le cas le plus général.

» Soient donc deux atomes, m et m' leurs masses, M et M' leurs centres de gravité. Soient Ox, Oy, Oz trois axes de coordonnées rectangulaires fixes; x, y, z les coordonnées de M; x', y', z' celles de M'; MX, MY, MZ des axes principaux d'inertie du premier atome; A, B, C les moments d'inertie correspondants; M'X', M'Y', M'Z' des axes principaux d'inertie du second atome; A', B', C' les moments d'inertie correspondants; p, q, r les projec-

tions sur MX, MY, MZ de la vitesse de rotation du premier atome; a, b, c les projections de la vitesse de M; p', q', r' les projections sur M'X', M'Y', M'Z' de la vitesse de rotation du second atome; a', b', c' les projections de la vitesse de M'; φ, ψ, θ les angles d'Euler déterminant la position des axes MX, MY, MZ relativement aux axes fixes; φ', ψ', θ' les angles d'Euler déterminant la position des axes M'X', M'Y', M'Z' relativement aux axes fixes.

» Les forces provenant de l'action du second atome sur le premier peuvent être considérées comme réduites à une force appliquée en M et à un couple. Soient u, v, w les projections de la force sur MX, MY, MZ; P, Q, R celles du moment du couple.

» De même les forces provenant de l'action du premier atome sur le second peuvent être considérées comme réduites à une force appliquée au point M' et à un couple. Soient u', v', w' les projections de la force sur M'X', M'Y', M'Z'; P', Q', R' celles du moment du couple.

» Je ferai usage des équations employées par M. Appell dans ses beaux travaux sur le roulement :

$$(1)\quad \begin{cases} m\,\dfrac{da}{dt} = rb - qc + u, & \mathrm{A}\,\dfrac{dp}{dt} = (\mathrm{B}-\mathrm{C})qr + \mathrm{P}, \\ m\,\dfrac{db}{dt} = pc - ra + v, & \mathrm{B}\,\dfrac{dq}{dt} = (\mathrm{C}-\mathrm{A})rp + \mathrm{Q}, \\ m\,\dfrac{dc}{dt} = qa - pb + w, & \mathrm{C}\,\dfrac{dr}{dt} = (\mathrm{A}-\mathrm{B})pq + \mathrm{R}. \end{cases}$$

$$(2)\quad \begin{cases} m'\dfrac{da'}{dt} = r'b' - q'c' + u', & \mathrm{A}'\dfrac{dp'}{dt} = (\mathrm{B}'-\mathrm{C}')q'r' + \mathrm{P}', \\ m'\dfrac{db'}{dt} = p'c' - r'a' + v', & \mathrm{B}'\dfrac{dq'}{dt} = (\mathrm{C}'-\mathrm{A}')r'p' + \mathrm{Q}', \\ m'\dfrac{dc'}{dt} = q'a' - p'b' + w', & \mathrm{C}'\dfrac{dr'}{dt} = (\mathrm{A}'-\mathrm{B}')p'q' + \mathrm{R}'. \end{cases}$$

» Écrivons maintenant qu'il existe une fonction Φ des quantités $x, y, z,\ x', y', z',\ a, b, c,\ a', b', c',\ p, q, r,\ p', q', r',\ \varphi, \psi, \theta,\ \varphi', \psi', \theta'$ dont la variation est celle de la demi-force vive du système. On a une équation que j'écris d'une manière abrégée

$$(3)\quad \begin{cases} \sum\Big[\dfrac{d\Phi}{dx}\dfrac{dx}{dt} + \dfrac{d\Phi}{dx'}\dfrac{dx'}{dt} + \dfrac{d\Phi}{da}\dfrac{rb-qc+u}{m} + \dfrac{d\Phi}{da'}\dfrac{r'b'-q'c'+u'}{m'} \\ \quad + \dfrac{d\Phi}{dp}\dfrac{(\mathrm{B}-\mathrm{C})qr+\mathrm{P}}{\mathrm{A}} + \dfrac{d\Phi}{dp'}\dfrac{(\mathrm{B}'-\mathrm{C}')q'r'+\mathrm{P}'}{\mathrm{A}'} + \dfrac{d\Phi}{d\varphi}\dfrac{d\varphi}{dt} + \dfrac{d\Phi}{d\varphi'}\dfrac{d\varphi'}{dt}\Big] \\ \quad = \sum(ua + u'a' + \mathrm{P}p + \mathrm{P}'p'). \end{cases}$$

» Considérons maintenant un troisième atome. L'action de cet atome sur le premier donne lieu à une force appliquée en M et à un couple. Soient u_{13}, v_{13}, w_{13} les projections de cette force sur MX, MY, MZ; P_{13}, Q_{13}, R_{13} celles du moment du couple.

» De même, l'action du troisième atome sur le second donne lieu à une force appliquée en M' et à un couple. Soient u_{23}, v_{23}, w_{23} les projections de la force sur M'X', M'Y', M'Z'; P_{23}, Q_{23}, R_{23} celles du moment du couple

» Il faut alors remplacer dans les équations (1)

$$u \text{ par } u + u_{13}, \quad P \text{ par } P + P_{13}, \quad \ldots$$

et dans les équations (2)

$$u' \text{ par } u' + u_{23}, \quad P' \text{ par } P' + P_{23}, \quad \ldots$$

» Écrivons que la variation de la demi-force vive est égale à la variation de Φ augmentée de la somme des travaux extérieurs; on aura

$$(4) \quad \left\{ \begin{aligned} &\sum \left[\frac{d\Phi}{dx}\frac{dx}{dt} + \frac{d\Phi}{dx'}\frac{dx'}{dt} + \frac{d\Phi}{da}\frac{rb - qc + u + u_{13}}{m} \right. \\ &\qquad + \frac{d\Phi}{da'}\frac{r'b' - q'c' + u' + u_{23}}{m'} + \frac{d\Phi}{dp}\frac{(B - C)qr + P + P_{13}}{A} \\ &\qquad \left. + \frac{d\Phi}{dp'}\frac{(B' - C')q'r' + P' + P_{23}}{A'} + \frac{d\Phi}{d\varphi}\frac{d\varphi}{dt} + \frac{d\Phi}{d\varphi'}\frac{d\varphi'}{dt} \right] \\ &= \sum [ua + u'a' + Pp + P'p']. \end{aligned} \right.$$

» En tenant compte de (3) cette équation devient

$$\sum \left(\frac{d\Phi}{da}\frac{u_{13}}{m} + \frac{d\Phi}{da'}\frac{u_{23}}{m'} + \frac{d\Phi}{dp}\frac{P_{13}}{A} + \frac{d\Phi}{dp'}\frac{P_{23}}{A'} \right) = 0.$$

» C'est cette équation que je voulais obtenir. C'est une équation fonctionnelle qui est de nature à resserrer dans des limites étroites les actions mutuelles des atomes.

» Je ne puis terminer cette Note sans dire qu'elle m'a été, en partie, inspirée par le désir de préciser les savantes considérations faites par M. Poincaré, sur le principe de Meyer, dans la Préface de son *Traité de Thermodynamique.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires à points d'indétermination.* Note de M. **Ludwig Schlesinger**, présentée par M. H. Poincaré.

« Étant donnée une équation linéaire à coefficients rationnels

$$(A) \qquad y^{(k)} + p_{n-1} y^{(n-1)} + \ldots + p_0 y = 0$$

n'appartenant pas à la classe de M. Fuchs, soient $a, \ldots, a_\sigma, \infty$ les points de ramification et $A_1, \ldots, A_\sigma$ les substitutions qu'un système fondamental $y_1, \ldots, y_n$ subit quand la variable x tourne autour des points $a_1, \ldots, a_\sigma$. Nous supposons que ces substitutions, aussi bien que $A_{\sigma+1} = A_1^{-1} \ldots A_\sigma^{-1}$, soient telles que toutes les racines de leurs équations fondamentales aient pour module l'unité. D'après un théorème démontré dans une Note que j'avais l'honneur de présenter à l'Académie le 7 mars 1898, on peut construire un système de fonctions $z_1, \ldots, z_n$, qui se comportent régulièrement pour toutes les valeurs de x, excepté les points a_k et ∞, qui subissent les substitutions A_k quand x tourne autour des points a_k, et qui ne deviennent nulle part indéterminées. Les (z_k) forment donc un système fondamental d'une équation

$$(B) \qquad z^{(k)} + q_{n-1} z^{(n-1)} + \ldots + q_0 z = 0$$

à coefficients rationnels et appartenant à la classe de M. Fuchs, cogrédient avec l'équation (A), c'est-à-dire (cf. mon *Handbuch*, t. II, § 1, p. 113) qu'on aura une relation

$$(C_0) \qquad y_k = r_{00} z_k + r_{10} z'_k + \ldots + r_{n-1,0} z_k^{(n-1)} \qquad (k = 1, 2, \ldots, n),$$

les r_{i0} étant des fonctions uniformes (en général non rationnelles) de x.

» En différentiant la relation (C_0) et en tenant compte de l'équation (B), on déduit les relations à coefficients uniformes

$$(C_\lambda) \qquad y_k^{(\lambda)} = r_{0\lambda} z_k + r_{1\lambda} z'_k + \ldots + r_{n-1,\lambda} z_k^{(n-1)} \qquad (\lambda = 1, 2, \ldots, n-1),$$

$$(C_n) \qquad \left\{ \begin{aligned} y_k^{(n)} = {} & (r'_{0,n-1} - r_{n-1,n-1} q_0) z_k + \ldots \\ & + (r'_{n-1,n-1} + r_{n-2,n-1} - r_{n-1,n-1} q_{n-1}) z_k^{(n-1)}. \end{aligned} \right.$$

» Si l'on suppose que le groupe de monodromie θ des équations (A) et (B), groupe composé des A_k comme substitutions fondamentales, soit irréductible (primaire dans le sens de M. JORDAN, *Cours d'Analyse*, t. III, p. 195), l'équation (B) ne peut avoir des intégrales communes avec une équation d'ordre inférieur et à coefficients uniformes; on déduit donc des équations (C_λ) et (A) le système suivant d'équations linéaires du premier ordre et à coefficients rationnels pour les n^2 quantités $r_{i\lambda}$:

$$r'_{i\lambda} = -r_{i-1,\lambda} + r_{n-1,\lambda}\, q_i - r_{i,\lambda+1},$$
$$r'_{i,n-1} = -r_{i-1,n-1} + r_{n-1,n-1} q_i - p_0 r_{i0} - \ldots - p_{n-1} r_{i,n-1}$$
$$(i = 0, 1, \ldots, n-1; \qquad \lambda = 0, 1, \ldots, n-2; \qquad r_{-1,\lambda} = r_{-1,n-1} = 0).$$

» Nous avons donc le théorème suivant :

» *Étant donnée une équation* (A) *n'appartenant pas à la classe de M. Fuchs, on peut trouver une équation* (B) *appartenant à cette classe et liée à* (A) *par la relation* (C_0), *dont les coefficients sont des fonctions uniformes en x, satisfaisant à un système d'équations différentielles linéaires homogènes, à coefficients rationnels.*

» Soient G, H les groupes de transformations des équations (A), (B); alors, H étant le groupe algébrique le plus étroit contenant le groupe dénombrable θ (cf. *Handbuch*, II, 1, p. 101), H sera contenu dans G comme sous-groupe. Soit $R(z_1, \ldots, z_n)$ une expression rationnelle des z_k et de leurs dérivées, admettant les transformations de H, et pas d'autres; cette expression sera une fonction rationnelle de x; en substituant dans R les y_k au lieu des z_k, l'expression $R(y_1, \ldots, y_n)$ ne sera plus rationnelle, mais elle sera encore uniforme en x. Adjoignons cette fonction uniforme au domaine de rationalité de l'équation (A); le groupe de transformation de (A) se réduira à H (cf. VESSIOT, *Thèses*, V, 1); toute expression rationnelle des y_k admettant le groupe de monodromie θ sera donc rationnellement connue. L'expression $R(y_1, \ldots, y_n)$ satisfait à une équation différentielle à coefficients rationnels en x (VESSIOT, *l. c.*, III, 4). Nous pouvons donc dire :

» *En adjoignant à l'équation* (A) *une certaine fonction uniforme de x, satisfaisant à une équation différentielle à coefficients rationnels, chaque expression des y_k et de leurs dérivées qui est fonction uniforme de x sera rationnellement connue; l'équation* (A) *se comporte donc, après cette adjonction, comme une équation de la classe de M. Fuchs.* »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des équations de la Physique mathématique.* Note de M. S. **Zaremba**, présentée par M. H. Poincaré.

« Rapportons l'espace à un système de coordonnées rectangulaires x, y, z et considérons p fonctions réelles $f_1, f_2, \ldots, f_p$ des variables x, y, z admettant des dérivées premières continues dans toute l'étendue d'un domaine (D) limité par une surface fermée (S). Désignons par $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p$, p constantes, posons

$$f(x, y, z) = \sum_{i=1}^{p} \alpha_i f_i,$$

et considérons les intégrales

$$A = \int_{(D)} \left[\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2\right] dt,$$

$$B = \int_{(S)} f^2 ds,$$

où dt et ds représentent respectivement un élément de volume et un élément de surface et où les intégrations doivent être étendues à tout le domaine (D) et à toute la surface (S).

» M. Leroy a démontré, le premier, que l'on pouvait disposer des constantes α_i de façon à avoir

$$(1) \qquad \frac{A}{B} > L_p$$

où L_p est un nombre qui croît indéfiniment en même temps que l'entier p. Depuis, M. Stekloff s'est aussi occupé de cette proposition, mais il ne semble pas que l'on ait réussi à se débarrasser de l'hypothèse que les diverses nappes dont peut se composer la surface (S) soient chacune analytique.

» Il y a donc intérêt à démontrer que ce théorème, si riche en conséquences, a lieu sous l'unique condition que la surface (S) admette en chacun de ses points des rayons de courbure principaux parfaitement déterminés. On peut y arriver comme il suit :

» Soit m un nombre positif supérieur à un certain nombre m_0 ne dépendant que de la nature de la surface (S). Il est aisé de conclure, des résul-

tats que j'ai établis dans mon Mémoire *Sur l'équation* $\Delta u + \xi u + f = 0$ *et sur les fonctions harmoniques* (*Annales de l'École Normale*, 1899), que l'on aura, quelles que soient les a_i,

$$(2) \qquad \frac{\int_{(D)} \left[\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2 + m^2 f^2 \right] dt}{\int_{(S)} f^2 \, ds} > cm,$$

où C est une constante ne dépendant que de la surface (S). D'autre part, M. Poincaré a prouvé qu'en disposant convenablement des constantes α_i, on aura

$$(3) \qquad \frac{\int_{(D)} \left[\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2 \right] dt}{\int_{(D)} f^2 \, dt} > \mathrm{E} q^2,$$

où E est une constante ne dépendant que de la nature de la surface (S) et q un entier, non négatif, vérifiant l'inégalité

$$nq^2 + 1 \leqq p,$$

où n est un entier ne dépendant que de la surface (S).

» Si le nombre p est assez grand, on pourra prendre $m = q$. Les inégalités (2) et (3) donneront alors

$$\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{B}} = \frac{\int \left[\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2 \right] dt}{\int f^2 \, ds} > \frac{\mathrm{C}}{1 + \frac{1}{\mathrm{E}}} q,$$

inégalité qui exprime le théorème qu'il s'agissait de démontrer. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au* 1er *janvier* 1901. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« Les observations magnétiques ont été continuées régulièrement et sans lacunes, pendant l'année 1900, dans les observatoires du Parc Saint-Maur, de Perpignan et de Nice. Les trois stations sont pourvues d'appareils identiques : un magnétographe de M. Mascart et des boussoles de

Brunner pour la mesure absolue de la déclinaison, de l'inclinaison et de la composante horizontale. Les courbes de variations, dont les repères sont fréquemment vérifiés, sont dépouillées pour chaque heure du jour.

» Le développement récent des lignes de tramways électriques dans la banlieue est de Paris, a rendu très difficile le dépouillement des courbes magnétiques à l'observatoire du Parc Saint-Maur, le champ terrestre étant troublé par les courants dérivés dus au retour du courant principal par la terre. Préoccupé de cette situation, M. Mascart a obtenu la concession de la propriété domaniale du *Val Joyeux*, située à Villepreux (Seine-et-Oise), en vue d'y continuer les études de magnétisme terrestre établies en 1882 au Parc Saint-Maur. Un pavillon vient d'être construit dans cette nouvelle station, et un magnétographe y fonctionne régulièrement depuis le 26 décembre.

» Les valeurs des éléments magnétiques au 1er janvier 1901, pour les quatre stations, sont déduites de toutes les valeurs horaires relevées le 31 décembre 1900 et le 1er janvier 1901, rapportées à des mesures absolues faites aux dates qui précèdent et suivent immédiatement le 1er janvier.

» Les observations de Perpignan continuent d'être faites par M. Cœurdevache, sous la direction de M. le Dr Fines, et celles de Nice par M. Auvergnon. Au Val Joyeux, elles ont été confiées, sous ma direction, à M. Itié, aide-météorologiste, attaché depuis dix ans au service magnétique.

Valeurs absolues des éléments magnétiques au 1er janvier 1901.

	Parc Saint-Maur.	Val Joyeux.	Perpignan.	Nice.
Longitude	0° 9′ 23″ E	0° 19′ 23″ O	0° 32′ 45″ E	4° 57′ 48″ E
Latitude nord	48° 48′ 34″	48° 49′ 16″	42° 42′ 8″	44° 43′ 17″
Déclinaison occidentale	14° 43′ 78	15° 14′ 40	13° 34′ 77	11° 57′ 95
Inclinaison	64° 51′ 9	64° 59′ 9	59° 57′ 5	60° 9′ 0
Composante horizontale	0,19755	0,19662	0,22450	0,22425
Composante verticale	0,42106	0,42161	0,38819	0,39077
Composante nord	0,19106	0,18971	0,21822	0,21938
Composante ouest	0,05023	0,05168	0.05271	0,04650
Force totale	0,46510	0,46520	0,44844	0,45054

» La différence de longitude entre le Val Joyeux et le Parc Saint-Maur étant de 29′, les déclinaisons devraient différer seulement de 13′ environ : l'écart observé est de 30′6. D'autre part, la latitude des deux stations est sensiblement la même et leur distance est faible (36km) ; l'inclinaison et la

composante horizontale devraient avoir à peu près la même valeur dans les deux stations; or, au Val Joyeux, l'inclinaison est plus grande de 8′ et la composante horizontale plus faible de 0,00093 qu'au Parc Saint-Maur. Ces écarts tiennent au fait que le nouvel observatoire est situé dans la région soumise à l'anomalie magnétique du bassin de Paris.

» La variation séculaire des différents éléments résulte de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1900 (¹).

Variation séculaire des éléments magnétiques en 1900.

	Parc Saint-Maur.	Perpignan.	Nice.
Déclinaison	— 3′,78	— 5′,48	— 3′,48
Inclinaison	— 3′,3	— 2′,0	— 1′,4
Composante horizontale	+ 0,00044	+ 0,00029	+ 0.00009
Composante verticale	— 0,00011	— 0,00002	— 0,00022
Composante nord	+ 0,00048	+ 0,00036	+ 0,00014
Composante ouest	— 0,00010	— 0,00028	— 0,00023
Force totale	+ 0,00009	+ 0,00013	— 0,00015

» De 1883 à 1898, d'une manière générale, la variation séculaire de la déclinaison était plus grande et celle de l'inclinaison plus faible dans le nord que dans le midi de la France : c'est le contraire depuis deux années. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau phosphure de tungstène.* Note de M. **Ed. Defacqz**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Communication précédente (²), nous avons démontré que la plupart des métaux décomposaient totalement le biphosphure amorphe, TuP^2; l'action du phosphure de cuivre sur ce même composé nous a fait voir que, cette fois, la décomposition n'était que partielle et que, de plus, la combinaison ainsi formée était soluble dans le cuivre phosphoré; l'acide azotique l'isole cristallisé.

» Nous avons alors eu l'idée, pour préparer ce phosphure de tungstène cristallisé, d'appliquer la méthode indiquée par M. Lebeau (³) pour la

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 65; 1900.
(²) Ed. Defacqz, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 915.
(³) Lebeau, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 933.

préparation de quelques siliciures métalliques et qui a donné de si bons résultats à M. Maronneau ([1]) pour obtenir les phosphures de fer, de nickel, de cobalt, de chrome : le procédé consistait à faire agir au four électrique le métal du phosphure que l'on désire obtenir avec du phosphure de cuivre. Mais, pour nous, quel que soit l'état dans lequel le tungstène est employé : que ce soit du carbure ou du métal préalablement préparé au four électrique et pulvérisé, ou du métal pulvérulent provenant de la réduction de l'acide tungstique par l'hydrogène, on n'obtient, en attaquant la masse fondue provenant du four électrique par l'acide azotique dilué, qu'une poudre métallique; quelle que soit la durée de la chauffe, le résultat est identique. Cette poudre ne contient pas de phosphore. Le phosphure de tungstène cristallisé n'est donc pas stable à la température d'ébullition du cuivre.

» Nous avons alors répété l'expérience à la température la plus haute que puisse nous donner un bon four à vent; après dissolution du cuivre phosphoré dans l'acide azotique dilué, il nous est resté une poudre constituée par de beaux cristaux prismatiques et une matière à aspect cristallin : c'est un mélange de phosphure de tungstène et de métal. Il existe donc un état d'équilibre entre le tungstène, le phosphure de tungstène, le cuivre et le phosphure de cuivre; le phosphure se dissocie, sa température de décomposition est voisine de celle de sa formation.

» Nous avons alors repris et poursuivi l'étude de l'action du phosphure de cuivre sur le phosphure amorphe; il était à penser que le phosphore libre provenant de la décomposition du phosphure amorphe romprait l'état d'équilibre; nous avons obtenu, en effet, un composé cristallisé répondant à la formule TuP.

» *Préparation*. — On prend :

Phosphure de tungstène amorphe......	1 partie
Phosphure de cuivre..................	20 à 30 parties

» Le phosphure de cuivre est pulvérisé aussi fin que possible et mélangé avec le phosphure amorphe; on place le mélange dans un creuset de porcelaine muni de son couvercle, il est introduit dans un creuset en plombagine et entouré de noir de fumée ou de charbon de bois finement pulvérisé; ce creuset, également fermé, est alors placé dans un troisième en terre et entouré de charbon; le dernier creuset est fermé et son couvercle luté; c'est le dispositif que nous avons du reste employé pour étudier l'ac-

---

([1]) Maronneau, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 656.

tion des métaux ou des combinaisons métalliques sur les phosphures et arséniures de tungstène.

» On place le tout au four à vent et l'on chauffe pendant 4^h au charbon de cornue. On laisse le creuset se refroidir dans le four même et l'on obtient une masse d'aspect extérieur cristallisé.

» On traite le culot par l'acide azotique étendu ; il se sépare de beaux cristaux de phosphure ; le rendement est bon, mais comme on ne peut opérer que sur peu de substance à la fois, la préparation est pénible. De plus, comme il est difficile de régler l'allure du four et la durée de la chauffe, on obtient encore assez souvent un résidu cristallin qui semble homogène, mais qui, examiné au microscope, contient avec les prismes de petits noirs de métal.

» *Propriétés.* — C'est un corps cristallisé, de forme prismatique, gris à reflet métallique.

» Sa densité est de 8,5.

» Il est inattaquable à l'air à la température ordinaire, mais se transforme au rouge, sans incandescence, en acide tungstique verdâtre ; quand on le chauffe dans un courant d'oxygène, il donne alors de l'oxyde bien jaune.

» Le chlore l'attaque vers le rouge, il y a formation de chlorure de phosphore et d'hexachlorure de tungstène.

» L'hydrogène n'a pas d'action à la température de 900°.

» Mélangé à du cuivre et chauffé vers 1200°, avec le dispositif dont nous avons parlé précédemment, il se décompose pour donner du cuivre phosphoré et du tungstène métallique ; si on le chauffe dans les mêmes conditions avec du phosphure de cuivre à la température la plus élevée que puisse fournir le four à vent, après dissolution du phosphure de cuivre dans l'acide azotique on obtient des cristaux de phosphure de tungstène mélangés de métal.

» Il est inattaquable par l'acide fluorhydrique en solution et par l'acide chlorhydrique en solution et gazeux ; il est lentement oxydé par l'acide azotique à chaud, le mélange d'acide fluorhydrique et azotique le dissout rapidement à la moindre élévation de température, de même que l'eau régale, mais pour cette dernière l'ébullition prolongée donne un précipité d'acide tungstique.

» La potasse ou la soude employées en solutien n'ont aucune action ; elles le transforment en tungstate et phosphate alcalins quand elles sont déshydratées et qu'elles sont en fusion tranquille ; le bisulfate de potassium ne l'attaque que lentement ; par contre, les mélanges oxydants d'azotate et de carbonate de potassium ont une action très rapide vers leur point de fusion.

» *Analyse.* — La méthode que nous avons suivie est la même que celle que nous avons indiquée pour le biphosphure TuP^2 ; elle nous a donné les chiffres suivants :

	Trouvé.		Calculé
	I.	II.	pour Tu P.
Tu............	»	86,07	85,58
P.............	13,90	13,71	14,41

» En résumé, le phosphure de cuivre fondu avec le biphosphure de

tungstène donne, vers 1200°, un nouveau phosphure cristallisé que l'on peut isoler facilement et de formule TuP. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés du peroxyde de sodium.* Note de M. **George-F. Jaubert**, présentée par M. H. Moissan.

« On trouve dans la littérature chimique les observations les plus contradictoires sur le peroxyde de sodium. Si l'on ouvre le Dictionnaire de Wurtz à l'article *Sodium*, on trouve, tome II, page 1518, au paragraphe traitant des oxydes de ce métal, la phrase suivante : « Ce composé (le » peroxyde de sodium) est d'un blanc pur, et jaunit momentanément » sous l'influence de la chaleur. Il tombe lentement en déliquescence à » l'air, mais se solidifie de nouveau après s'être transformé en carbonate. » Cette phrase contient de nombreuses inexactitudes :

» 1° *Le bioxyde de sodium n'est pas d'un blanc pur, mais il est franchement jaune clair.* J'ai pu m'en convaincre par l'examen d'un grand nombre d'échantillons de provenances les plus diverses. Les échantillons d'un blanc pur contenaient tous une très grande proportion d'hydrate ou de carbonate et, tout naturellement, avaient une teneur en oxygène bien inférieure à celle qu'exige la formule Na^2O^2.

» J'ai préparé du peroxyde de sodium en oxydant, dans un courant d'oxygène pur et sec, du sodium métallique refondu, contenu dans une grande nacelle d'argent. Le peroxyde de sodium qui restait dans la nacelle après l'oxydation se présentait sous forme d'une poudre *jaune*, il en était de même du peroxyde de sodium sublimé que l'on trouvait à la fin de l'opération dans les parties froides de l'appareil.

» L'expérience était faite dans un tube en verre peu fusible, de 45^{mm} de diamètre intérieur et de 50^{cm} de longueur. Le tube était placé dans une grille à analyse, et de l'oxygène pur et *sec* arrivait à une extrémité et s'échappait par l'autre en traversant une série de flacons vides, secs et refroidis, destinés à condenser les fumées et à retenir le peroxyde sublimé. Pour amorcer l'oxydation on chauffe le sodium jusqu'à ce qu'il commence à s'enflammer dans l'air du tube, puis on éteint les becs de la grille et l'on fait arriver l'oxygène *avec précaution*, l'oxydation étant très violente. La réaction se continue alors d'elle-même. La nacelle d'argent est fortement attaquée.

» La couleur jaune du peroxyde de sodium se fonce encore sous l'action de la chaleur. C'est ainsi que du peroxyde de sodium chauffé sur une lame d'argent devient jaune, puis jaune foncé, puis brun, pour redevenir

jaune clair par le refroidissement. Le peroxyde de sodium peut être facilement fondu dans un creuset d'argent; on obtient ainsi une liqueur de couleur de café noir. Le creuset est fortement oxydé, et si l'on pèse le creuset avant et après l'opération, on trouve pour un creuset de 30^{gr}, par exemple, une perte d'argent qui peut atteindre plusieurs décigrammes.

» 2° *Le peroxyde de sodium ne tombe pas en déliquescence à l'air et, par cela même, ne peut pas se solidifier à nouveau.*

» Du peroxyde de sodium exposé *plusieurs années* à l'air libre, dans mon laboratoire, n'est jamais tombé en déliquescence. De jaune paille qu'il était au commencement, il devint blanc en se transformant en carbonate.

» J'ai fait de nombreux essais en contrôlant presque jour par jour cette transformation au moyen de la balance. Voici le compte rendu d'un de ces essais : Le 24 février 1899, 10^{gr} de peroxyde de sodium sont placés dans une capsule tarée à l'air libre du laboratoire. Le peroxyde ne tarde pas à s'hydrater et à se carbonater; le Tableau suivant résume les faits observés :

Date.	Poids (tare déduite).
	gr
24 février 1899	10,00
26 »	14,25
28 »	18,05
5 mars 1899	19,55
30 »	21,25
6 juillet 1899	21,95

» Le produit final obtenu ne contient plus du tout d'oxygène actif.

» Si l'on fait cette expérience dans des conditions telles que l'anhydride carbonique de l'air n'intervienne pas, on arrive à des résultats en tous points différents sur lesquels j'aurai l'honneur de revenir dans une prochaine Note. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Composition de l'hydrure et de l'azoture de thorium.* Note de MM. C. MATIGNON et M. DELÉPINE.

« Chydenius a mis en évidence l'existence d'un azoture de thorium, en faisant agir l'ammoniaque sur le chlorure (1). M. Moissan a obtenu ce même corps, par l'action de l'ammoniaque sur le carbure (2). L'un de nous

(1) *Jahresbericht*, p. 194; 1863.
(2) *Le four électrique*, p. 320.

a établi que le métal se combine directement à l'azote ([1]). Enfin Winkler a démontré l'existence d'un hydrure de thorium ([2]). Nous nous sommes proposé de fixer la composition de ces deux combinaisons du thorium, en les préparant à partir du métal.

» *Chlorure de thorium*. — Pour obtenir le thorium à partir du chlorure par la méthode de Chydenius, le chlorure a été préparé par deux méthodes :

» 1° Par l'action simultanée de l'oxyde de carbure et du chlore bien secs sur l'oxyde chauffé dans un tube de porcelaine;

» 2° Par l'action du tétrachlorure de carbone sur le même oxyde maintenu au rouge dans un tube de verre peu fusible.

» Le premier procédé donne lentement un produit très pur; le second permet d'obtenir rapidement de grandes quantités de chlorure contenant encore de la thorine sous la forme d'oxychlorure soluble.

» Le thorium préparé à partir de ce dernier chlorure, par l'action du sodium employé en quantité théorique ou en excès, est fortement souillé de thorine, irréductible par le métal alcalin. Celui qui nous a servi dans nos expériences renfermait seulement 74 pour 100 de métal, comme l'indique la quantité d'hydrogène dégagé par l'action de l'acide chlorhydrique concentré ($142^{cc},8$ par gramme au lieu de 192^{cc}).

» *Hydrure*. — Le thorium chauffé au rouge sombre se combine à l'hydrogène avec incandescence, en donnant un corps que l'eau ne décompose pas; l'acide chlorhydrique, surtout à chaud, l'attaque en dégageant de l'hydrogène ayant un volume double de celui qui serait fourni par le métal avant la réaction. 1^{gr} de métal brut dégageant $142^{cc},8$ a donné après l'action de l'hydrogène, dans deux expériences distinctes, $282^{cc},7$ et $285^{cc},6$; ce qui conduit à la formule ThH^4 pour l'hydrure.

» L'augmentation de poids du métal conduit au même résultat : $1^{gr},63202$ de thorium à 74 pour 100, renfermant, par conséquent, 1,2063 de métal pur, ont fixé 0,0204 d'hydrogène, soit une augmentation de 1,70 pour 100, au lieu de 1,72 pour 100 calculé pour ThH^4.

» Enfin un dosage d'hydrogène effectué en présence d'oxyde de cuivre a donné le résultat suivant :

	Trouvé.	Calculé pour ThH^4.
Pour 100.............	14,5	15,2

» L'hydrure est très facilement dissociable; quand on le chauffe dans un petit tube en présence de l'air, il donne lieu régulièrement à une explosion qui précède toujours la combustion du métal (explosion due à la mise en liberté de l'hydrogène).

» *Azoture*. — Avec l'azote, il est nécessaire de chauffer un peu plus fort pour obtenir la combinaison. L'azoture formé, non dissociable au rouge comme le précédent,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 837.

([2]) *Berichte*, t. XXIV, p. 885.

correspond à la formule Th^3Az^4. L'augmentation de poids par suite de la fixation de l'azote est de 8,19 pour 100 (calculé pour Th^3Az^4, 8,04). Enfin, l'ammoniaque engendrée par l'action successive de l'acide chlorhydrique et de la potasse a été trouvée égale à 7,04 (calculé 7,46).

» L'eau ne décompose l'azoture que lentement à froid, plus rapidement à chaud, d'après l'équation

$$Th^3Az^4 + 6H^2O = 3ThO^2 + 4AzH^3.$$

» Ces deux corps brûlent tous deux dans l'oxygène sans donner la vive incandescence du thorium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles réactions des dérivés organométalliques.* Note de M. **E.-E. Blaise**, présentée par M. A. Haller.

« On peut admettre que les dérivés halogénés des corps les plus divers, susceptibles d'entrer en condensation en présence d'un élément métallique, réagissent en tant que composés organométalliques, bien que ceux-ci ne puissent être isolés, en général. Le terme de *dérivé organométallique* prend ainsi un sens beaucoup plus large, justifié par le parallélisme des réactions observées.

» Les condensations actuellement connues des dérivés organométalliques consistent, en général, en une fixation de ces dérivés sur une double liaison entre le carbone et l'oxygène; c'est ce qui a lieu pour les fonctions aldéhyde, cétone, éther sel, chlorure d'acide. Si telle était l'économie de la réaction, d'autres fonctions devaient être susceptibles de se condenser avec les radicaux organométalliques, et il y avait lieu d'étudier à ce point de vue les réactions de ces dérivés sur les fonctions nitrile, où le carbone s'unit à l'azote par trois valences, sur les fonctions carbure non saturé, et enfin sur les éthers isocyaniques dans lesquels le carbone échange simultanément deux valences avec l'azote et l'oxygène.

» Ce sont ces diverses condensations que je me suis proposé de réaliser et, dans cette Note préliminaire, je me bornerai à indiquer dans leur ensemble les résultats obtenus.

» Mes premières recherches ont toutes été effectuées au moyen des dérivés organométalliques du zinc, mais M. Grignard ayant indiqué récemment (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1322) qu'on peut remplacer le zinc par le magnésium, j'ai donné la préférence à cette méthode, extrêmement pratique, chaque fois qu'il s'est agi d'un dérivé halogéné alcoolique.

» Cependant j'ai conservé l'usage du zinc pour toutes les condensations où les éthers des acides gras bromés entrent en jeu.

» La réaction des dérivés organométalliques sur les nitriles peut s'exprimer par le schéma général suivant :

$$R - C \equiv Az + Br - Mg - R' = R - C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup Az - Mg - Br \\ \diagdown R'\end{matrix}.$$

» On obtient donc un dérivé iminé qui, décomposé par les acides étendus, fournit un corps à fonction cétonique

$$R - CO - R'.$$

» En condensant les nitriles aromatiques avec les iodures alcooliques, en présence du magnésium, j'ai préparé quelques cétones nouvelles, ainsi que les semi-carbazones correspondantes. Il est à remarquer que les nitriles substitués en ortho réagissent plus difficilement que ceux dans lesquels le groupement substituant est en position para.

» Comme les nitriles aromatiques, les nitriles de la série grasse fournissent des cétones lorsqu'on les traite par les dérivés organométalliques.

» Les éthers des acides gras α bromés réagissent également sur les nitriles, en présence du zinc, et l'on obtient, dans ce cas, des éthers β-cétoniques

$$R = CAz + Zn + R' - CHBr - CO^2C^2H^5 = R - C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup Az - Zn - Br \\ \diagdown CH(R') - CO^2 - C^2H^5\end{matrix}$$
$$\rightarrow R - CO - CH(R') - CO^2C^2H^5.$$

» Cette nouvelle méthode est très générale, en ce qu'elle permet de faire varier à volonté les deux parties de la molécule séparées par la fonction cétonique.

» Cependant, elle serait encore incomplète, car le bromacétate d'éthyle qui conduirait aux éthers β-cétoniques non substitués en α fournit en réalité des produits de condensation plus avancée. On peut tourner cette difficulté, car ces éthers s'obtiennent en condensant le cyanacétate d'éthyle avec les iodures alcooliques, en présence du magnésium :

$$CO^2C^2H^5 - CH^2 - CAz + C^2H^5 - Mg - I = CO^2C^2H^5 - CH^2 - C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup Az - Mg - I \\ \diagdown C^2H^5\end{matrix}$$
$$\rightarrow CO^2C^2H^5 - CH^2 - CO - C^2H^5.$$

» Ce procédé présente un certain intérêt, car aucune méthode générale

ne permettait, jusqu'à ces derniers temps, de préparer les éthers acidylacétiques de la série grasse. Je rappelle cependant que M. Bouveault a indiqué récemment (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 45), leur formation par décomposition des éthers acidylacétylacétiques. Dans la série aromatique, outre le procédé classique de M. Claisen, M. A. Haller (1) en a indiqué un qui permet d'obtenir certains de ces corps en partant des composés du type cyanacétophénone. Il est vraisemblable que la condensation des iodures alcooliques avec le cyanocarbonate d'éthyle fournira de même les acides α-cétoniques.

» Enfin, j'ai examiné également, parmi les dinitriles, l'action du cyanogène sur les dérivés organométalliques. La condensation s'effectue aisément, avec les iodures alcooliques, en présence du magnésium, et donne naissance à une cétone

$$\mathrm{CAz - CAz + I - Mg - C^2H^5 = CAz - C}\begin{matrix}\nearrow\!\!\!\!\nearrow \mathrm{Az - MgI} \\ \searrow \mathrm{C^2H^5}\end{matrix},$$

$$\mathrm{CAz - C}\begin{matrix}\nearrow\!\!\!\!\nearrow \mathrm{Az - Mg - I} \\ \searrow \mathrm{C^2H^5}\end{matrix} \mathrm{+ I - Mg - C^2H^5 = I - Mg - CAz + C^2H^5 - C}\begin{matrix}\nearrow\!\!\!\!\nearrow \mathrm{Az - Mg - I} \\ \searrow \mathrm{C^2H^5}\end{matrix}.$$

» Elle se produit également avec les éthers des acides gras bromés et fournit des dérivés que j'étudie actuellement.

» De même que les nitriles, les éthers isocyaniques réagissent facilement sur les dérivés organométalliques. On obtient des anilides, lorsqu'on opère avec l'isocyanate de phényle et les iodures alcooliques, en présence du magnésium :

$$\mathrm{C^6H^5 - Az = C = O + I - Mg - R = C^6H^5 - Az = C}\begin{matrix}\nearrow \mathrm{O - MgI} \\ \searrow \mathrm{R}\end{matrix},$$

$$\rightarrow \mathrm{C^6H^5 - Az = C}\begin{matrix}\nearrow \mathrm{OH} \\ \searrow \mathrm{R}\end{matrix} \rightarrow \mathrm{C^6H^5 - AzH - CO - R.}$$

» Il y a également condensation lorsqu'on opère avec les éthers des acides bromés et je me propose d'étudier cette réaction et d'en suivre la marche en faisant varier la position de l'élément halogène dans la molécule acide.

» Enfin, j'ai tenté de condenser les dérivés organométalliques avec le caprylène, l'hexylène et le phénylacétylène; mais, dans les conditions ha-

(1) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1116.

bituelles, je n'ai obtenu aucun résultat. Il est possible cependant que la réaction s'effectue à température élevée.

» On voit, en somme, que les recherches précédentes conduisent à de nouvelles méthodes de synthèse pour les cétones, les éthers β-cétoniques et les acides, et peut-être aussi pour les acides α-cétoniques et les acides bibasiques.

» Je me réserve d'ailleurs l'étude des différents points qui ont été indiqués dans cette Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la méthylacétylacétone et de l'éthylacétylacétone sur les chlorures diazoïques.* Note de M. **G. Favrel**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note antérieure, j'ai montré que les chlorures bisdiazoïques réagissaient sur l'acétylacétone, en solution acétique ou alcaline, pour fournir des corps auxquels il convient d'attribuer des formules qui les représentent comme des hydrazones.

» Cette constitution est d'autant plus vraisemblable que Claisen et Beyer ont obtenu, par l'action du chlorure de diazobenzène sur l'acétylacétone, un corps cristallisé ayant la composition de la benzèneazoacétylacétone et qu'ils ont reconnu plus tard être de la phénylhydrazoneacétylacétone. Ce corps, en réagissant sur une deuxième molécule de chlorure de diazobenzène, donne finalement un dérivé formazylique.

» Quoi qu'il en soit, on pouvait espérer que les alcoylacétylacétones réagiraient sur les chlorures diazoïques et donneraient des produits dont la comparaison avec ceux que l'on peut préparer indirectement permettrait d'apporter un argument nouveau en faveur de la constitution indiquée par Claisen et Beyer. C'est dans ce but que j'ai entrepris cette étude.

» Après avoir diazoté 100^{cc} de solution normale d'aniline et y avoir ajouté de l'acétate de soude en excès, on y verse $11^{gr},40$ de méthylacétylacétone. Le mélange, agité vivement et maintenu à zéro, ne tarde pas à se troubler et laisse déposer, au bout de vingt-quatre heures, un dépôt cristallin coloré.

» Après essorage et cristallisation dans l'alcool méthylique froid, on obtient des petits cristaux jaunes friables qui offrent la composition centésimale de la phényl-

hydrazone du diacétyle qui se produirait d'après l'équation suivante :

$$C^6H^5Az = Az - OH + \underset{\displaystyle CO - CH^3}{\overset{\displaystyle CO - CH^3}{CH}} - CH^3 = CH^3COOH + C^6H^5Az\overset{\diagup H}{-}Az = \underset{\displaystyle CO - CH^3}{C} - CH^3.$$

» Cette opinion est confirmée par le fait que le point de fusion : 134° de ce corps est identique à celui du produit obtenu par von Pechmann, d'une part, en faisant réagir la phénylhydrazine sur le diacétyle, et par Japp et Klingemann en faisant agir le chlorure de diazobenzène sur l'acide méthylacétoacétique.

» En remplaçant dans la préparation précédente la méthylacétylacétone par une quantité équimoléculaire d'éthylacétylacétone, on obtient, après cristallisation, un corps fondant à 117°. Ce point de fusion est identique à celui du produit obtenu par Japp et Klingemann, en partant du chlorure de diazobenzène et de l'acide éthylacétoacétique.

» On doit dès lors lui attribuer, comme au précédent, la formule d'une hydrazone qui est la suivante :

$$C^6H^5Az\overset{\diagup H}{-}Az = \underset{\displaystyle CO - CH^3}{C} - CH^2 - CH^3.$$

» Enfin, en remplaçant le chlorure de diazobenzène par les chlorures de diazoorthotolyl, diazoparatolyl, on obtient des corps fondant respectivement à 130° d'une part et 119°-120° de l'autre et présentant la composition des hydrazones correspondantes du diacétyle.

» Quant aux chlorures bisdiazoïques dérivés de la benzidine et homologues, si on les met en présence de la méthylacétylacétone en solution acétique, on obtient, après purification, les dihydrazones du diacétyle et avec l'éthylacétylacétone celles du propionylacétyle. On peut ainsi obtenir :

» La diphényldihydrazone du diacétyle fondant à 283°-284° ;

» La diphényldihydrazone du propionylacétyle fondant à 265°-268°.

» En résumé, les chlorures diazoïques réagissent sur la méthylacétylacétone ou sur l'éthylacétylacétone avec élimination d'une molécule d'acide acétique et formation d'une hydrazone, par suite de l'union du diazoïque avec ce qui reste de l'acétylacétone et transposition moléculaire consécutive.

» Cette réaction est à rapprocher de celle des éthers cyanacétiques à radicaux acides substitués, et des éthers acétylacétiques alcoylés sur les chlorures diazoïques.

» Dans tous les cas les chlorures diazoïques se comportent à l'égard de ces éthers et des acétylacétones substitués comme le feraient des bases fortes qui en enlèvent le groupe acétyle. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'embryologie du* Tænia serrata.
Note de M. G. Saint-Remy, présentée par M. Edm. Perrier.

« Après le développement de l'œuf des *Anoplocephalinæ* (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 930), j'étudie maintenant le développement embryonnaire du *Tænia serrata* Gœze, de la sous-famille des *Tæniinæ*, dont les phénomènes présentent quelques différences. Ce type a déjà été l'objet de recherches simultanément de la part de Moniez ([1]) et de Ed. van Beneden ([2]). Les premiers stades, qui n'avaient pas été complètement élucidés, m'ont fourni les résultats les plus intéressants. Je crois que la description donnée par van Beneden de l'œuf jeune, non segmenté, n'est pas exacte et se rapporte en réalité à un stade un peu plus avancé. Ici la coque apparaît assez tard, comme l'a vu Moniez; aussi ne trouve-t-on pas dans son intérieur de corpuscules chromatiques assimilables à des globules polaires. Cette formation tardive de la coque rend plus difficile, dans la dissociation des anneaux, la mise en liberté des œufs non segmentés, et je n'ai pu en trouver dans mes préparations. Il est fort vraisemblable qu'ils offrent, sauf la coque, la même constitution que les œufs des Anoplocéphales. Le stade le plus jeune que j'aie rencontré représente un ensemble de deux éléments très dissemblables, accolés l'un à l'autre sans être enfermés dans une enveloppe commune.

» L'un est une petite cellule dont le protoplasma renferme des granulations et un petit noyau riche en chromatine; on peut la distinguer sous le nom de *cellule embryonnaire principale*.

» L'autre élément est une cellule sphérique très volumineuse, mais dont le protoplasma se réduit à une couche périphérique renfermant un petit noyau également très chromatique, toute la partie centrale étant occupée par une grosse masse globuleuse de vitellus nutritif : je désignerai ce gros élément sous le nom de *cellule vitellophage;* il correspond évidemment au *blastomère homogène* ou *globe embryogène* de van Beneden. Son rôle est de détruire le vitellus, en s'en nourrissant, pour le mettre sous une forme plus assimilable, probablement liquide, à la disposition des

---

([1]) Moniez, *Mémoire sur les Cestodes* (*Thèse de doctorat ès sciences*, Paris, 1881).

([2]) Ed. van Beneden, *Recherches sur le développement embryonnaire de quelques Ténias* (*Archives de Biologie*, t. II, 1881).

éléments embryonnaires proprement dits. Pour cela il accroît d'abord le volume de son protoplasma aux dépens du vitellus, puis son noyau se divise, et plus tard le protoplasma à son tour; celui-ci, en se scindant, partage en deux la sphère vitelline, dont la présence, mais non la nature, avait été reconnue par van Beneden (corps lenticulaire).

» L'une des deux cellules ainsi formées se divise encore. Il y a finalement en tout trois cellules vitellophages, volumineuses, avec un gros noyau vésiculeux et une lentille vitelline qui diminue progressivement et enfin disparaît. On y remarque aussi une autre inclusion, un gros globule, qui se forme et grossit d'abord pour disparaître ensuite complètement, probablement une accumulation temporaire de substance vitelline modifiée. Ces trois cellules correspondent aux deux éléments qui, chez les *Anoplocephala*, se chargent de détruire le vitellus, mais en pénétrant dans sa profondeur et y envoyant un réseau protoplasmique. Ici également, lorsque leur rôle vitellophage est terminé, leur noyau s'altère, leur protoplasma s'étale sur l'ensemble des autres cellules embryonnaires et leur forme une sorte d'enveloppe externe destinée à se détruire. C'est l'homologue de l'enveloppe externe des *Anoplocéphalinés* et des Bothriocéphaliens; elle ne prend aucune part, au point de vue anatomique, à la constitution de l'embryon.

» Pendant ces transformations, la cellule embryonnaire principale s'est divisée de son côté dès le début. L'une des cellules filles grossira considérablement en se chargeant de gouttelettes réfringentes de plus en plus volumineuses, solubles dans le toluène : c'est la *cellule granuleuse* décrite par van Beneden; son rôle reste inconnu et semble être d'emmagasiner des résidus de la nutrition; vers la fin du développement de l'œuf, elle est énorme, mais le protoplasma n'y représente qu'une trame insignifiante dans laquelle est situé le noyau très petit. Cette cellule granuleuse n'entre pas non plus dans la constitution de l'embryon. Elle n'est pas représentée chez les *Anoplocephala*, mais là il s'accumule des gouttelettes semblables dans les vieilles cellules vitellophages (enveloppe externe). L'embryon hexacanthe et sa coque spéciale se développent aux dépens de l'autre cellule fille, qui se multiplie abondamment pour former un amas de petites cellules filles; comme l'a fait voir van Beneden, il se détache trois éléments qui s'étalent à la surface du groupe, fusionnant leurs protoplasmas et grossissant beaucoup de façon à constituer, comme chez les Anoplocéphales, une enveloppe épaisse dans laquelle les trois noyaux ne tardent pas à se détruire. Elle se contracte en augmentant sa cavité et donne nais-

sance à la coque chitineuse par une différenciation qui progresse de dehors en dedans et débute par l'apparition d'une assise périphérique de granulations très réfringentes.

» Cette coque acquiert peu à peu son épaisseur et son aspect bien connus. Dans sa cavité assez vaste, les autres cellules embryonnaires, qui se sont multipliées en diminuant de volume, constituent l'embryon dans lequel apparaissent les trois paires de crochets. Les trois cellules vitellophages et la cellule granuleuse se détruisent, ainsi que la coque de l'œuf, et laissent libre l'embryon dans sa coque propre. »

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte d'une racine des Préalpes suisses.* Note de M. **Maurice Lugeon**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Les Préalpes suisses et celles du Chablais ont fait l'objet, dans ces dernières années, de plusieurs travaux, dans lesquels les auteurs essayaient de déterminer l'origine de cette région si singulière qui avance sur l'ensemble de la chaîne des Alpes et qui présente des particularités stratigraphiques.

» Cette zone alpine repose partout sur des terrains plus jeunes; aussi a-t-on émis l'hypothèse que les Préalpes n'étaient pas en place, mais qu'elles faisaient partie d'une grande nappe de charriage descendue de l'intérieur des Alpes vers la région mollassique. D'autre part, l'ancienne conception des Préalpes en place a été soutenue avec vigueur.

« Dans mon Ouvrage *Sur la région de la Brèche du Chablais*, j'ai montré que les Préalpes étaient formées par quatre zones totalement indépendantes. J'ai essayé de prouver, sans cependant arriver alors à la conviction absolue, que ces zones formaient bien différentes masses d'un grand recouvrement. Pour l'une de ces subdivisions cependant, celle de la Brèche du Chablais, les arguments fournis par la constitution même du massif ne permettaient plus de la concevoir comme ayant une origine autochtone : c'est bien une masse sans racine. Bien que la conviction soit maintenant absolue pour moi pour l'ensemble des Préalpes, il importe, pour convaincre la grande majorité des géologues, d'apporter des faits nouveaux.

» L'étude simultanée du massif des Wildstrubel, au sud de la nappe de charriage, et les recherches très approfondies faites par un de mes élèves, M. Rœssinger, dans la zone intérieure, dite aussi *zone des cols des Préalpes,*

me permettent d'apporter une contribution considérable en faveur de la théorie du charriage.

» La zone interne, de Gsteig à la Lenk, est formée par trois séries d'écailles implantées dans le Flysch. Celle qui recouvre immédiatement les hautes Alpes présente des faciès analogues à celles-ci; on les retrouve dans le flanc droit de la vallée du Rhône.

» Or, sur la rive droite du Rhône, au-dessus de Sierre, on voit monter plusieurs plis vers le nord, dont l'un d'eux, plus considérable, en apparence du moins, car les autres sont peut-être en partie arasés, s'avance vers les hauts sommets, sur lesquels il s'égrène en lambeaux de recouvrement (Tubang, Rohrbachstein, Laufbodenhorn, etc.) conservés dans les synclinaux.

» Ces lambeaux, tous jurassiques, très rapprochés les uns des autres, et séparés seulement par les vallées ou bien par les anticlinaux des plis autochtones, permettent de rétablir le grand pli avec certitude. *Ces lambeaux se continuent dans l'écaille inférieure de la zone interne.*

» *L'écaille la plus profonde de la zone interne est donc la tête anticlinale, extrêmement laminée, d'un pli qui vient de la vallée du Rhône.* Nous connaissons maintenant la racine d'une des écailles préalpines, et elle vient du sud. Il devient évident que les autres écailles de la zone interne ont une origine analogue. Ce sont des fragments de plis supérieurs ou du même pli digité (¹).

» On sait qu'une de ces écailles, dans les Alpes de Bex, est formée par du Néocomien à céphalopodes, dont la présence au nord de la zone à faciès helvétique paraissait, sans l'hypothèse du charriage, comme une étrange anomalie. Or, dans le versant sud des Wildstrubel, on voit le Néocomien prendre un faciès uniforme schisteux, qui s'étend à l'Urgonien. Ce fait confirme l'hypothèse du géosynclinal crétacique qui devait exister à l'emplacement du cœur de la chaîne alpine, et d'où a pu provenir l'écaille en question.

» Ces faits feront faire un pas important à la théorie des nappes de

---

(¹) J'avais prévu, dans mon Ouvrage *Sur la région de la Brèche du Chablais* (p. 301), que la zone interne devait avoir l'origine la moins lointaine, avec la zone bordière, parmi les quatre subdivisions indépendantes des Préalpes. Je pensais qu'elles provenaient de la continuation sud-ouest du massif du Finsteraarhorn, du moins pour les Préalpes suisses. La nouvelle découverte est une complète confirmation de ce qui pouvait paraître à beaucoup, il y a cinq ans, une très grande témérité.

charriage, que M. Marcel Bertrand a pressentie déjà en 1884 et que nous avons essayé d'établir, M. Schardt et moi, pour l'une des plus vastes d'entre elles, les Préalpes et les Klippes.

» Il devient évident que la naissance des Alpes a donné lieu à des déplacements considérables, vers l'extérieur de la chaîne, d'énormes masses de la couverture sédimentaire. »

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 janvier 1901.

La Chiffrocryptographie à transmutations numériques variables ou l'art de s'écrire en secret absolu avec des chiffres...., par Émile Delage. Paris, chez l'Auteur, 1900; 1 fasc. in-18. (Hommage de l'Auteur.)

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Mascart, Moissan; 7e série, janvier 1901, tome XXII. Paris, Masson et Cie, 1901; 1 fasc. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; rédacteur principal : M. Riche; 92e année, 6e série, t. XIII, n° 1, 1er janvier 1901. Paris, Octave Doin; 1 fasc. in-8°.

La Tribune médicale, revue française de Médecine; rédacteur en chef : J.- V. Laborde; 34e année, 2e série, n° 1, 2 janvier 1901. Paris, G. Maurin; 1 fasc. in- 8°.

Gazette des hôpitaux civils et militaires, 74e année, n° 1, 1er et 3 janvier 1901. Paris, impr. F. Levé; 1 fasc. in-f°.

Le Progrès médical, 30e année, 3e série, t. XIII, n° 1, 5 janvier 1901. Paris, G. Maurin; 1 fasc. in-4°.

Revue scientifique, paraissant le samedi; 4e série, t. XV, n° 1, 5 janvier 1901. Paris, Schleicher frères; 1 fasc. in-4°.

La Nature, revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie, journal hebdomadaire illustré; directeur : Henri de Parville; 29e année, n° 1441, 5 janvier 1901. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°.

Le Magasin pittoresque; directeurs : CH. FROMENTIN et EM. FOUQUET; 69e année, n° 1, 1er janvier 1901. Paris, typ. Chamerot et Renouard; 1 fasc. in-4°.

Journal d'Agriculture pratique, moniteur des comices, des propriétaires et des fermiers; rédacteur en chef : L. GRANDEAU; 65e année, t. I, n° 1, 3 janvier 1901. Paris, impr. Maretheux; 1 fasc. in-8°.

Journal des Inventeurs, organe officiel de l'Association des Inventeurs et Artistes industriels; rédacteur en chef : HENRY DE GRAFFIGNY; 12e année, n° 262, 1er janvier 1901. Paris, E. Bernard et Cie; 1 fasc. gr. in-8°.

Journal de l'Éclairage au gaz, 49e année, n° 1, 5 janvier 1901. Paris, impr. A. Fayolle; 1 fasc. in-4°.

Moniteur industriel, économique, commercial, financier, JULES DE MEENS, directeur; 28e année, n° 1, samedi, 5 janvier 1901. Paris-Berlin, 1 fasc. in-4°.

Die Tychonischen Instrumente auf der Prager Sternwarte, von Prof. Dr L. WEINEK. Prague, 1901; 1 fasc. in-8°.

Reports of the Malaria Committee of the Royal Society, third series. Londres, 1900; 1 fasc. in-8°. (*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 10 décembre 1900.)

Page 984, ligne 2, *au lieu de* M. LÉOPOLD TEJÉR, *lisez* M. LÉOPOLD FEJÉR.

(Séance du 24 décembre 1900.)

Note de M. *Œchsner de Coninck*, Étude du nitrate d'uranium :

Page 1219, ligne 19, densité de la solution aqueuse à 6 pour 100, *au lieu de* 1,8281, *lisez* 1,0281.

Page 1220, ligne 2, *au lieu de* dissout les traces, *lisez* dissout des traces.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Marche.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaitre.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Co. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liége	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Petersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 15 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 15 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 15 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er janvier 1881 à 31 décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 15 fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861 .... 15 fr.

A la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 1.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 7 janvier 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1901

PREMIER SEMESTRE.

—

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 2 (14 Janvier 1901).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

—

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 JANVIER 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la mort de M. *Ch. Hermite*, Membre de la Section de Géométrie, et la mort de M. *Ad. Chatin*, Membre de la Section de Botanique, s'exprime comme il suit :

« M. Hermite, doyen de la Section de Géométrie, Membre de l'Académie depuis 1856, était une des gloires de notre Compagnie. Tous ceux qui siègent ici comme géomètres s'honorent d'avoir été ses élèves; tous sont pénétrés de reconnaissance pour l'appui généreux qu'il n'a cessé de leur montrer. Partout où la Science est cultivée, partout le nom de M. Hermite était prononcé avec vénération. Sa perte, que nous déplorons, sera vivement ressentie par les correspondants si nombreux qu'il avait dans le monde entier et qui ne cessaient de faire appel chaque jour à ses conseils,

à sa bienveillance inépuisable. Il appartenait à presque toutes les Sociétés savantes du monde entier. Toutes, comme nous, se sentiront diminuées par sa mort.

» Un nouveau deuil vient encore s'ajouter à celui qui nous a attristés la semaine dernière. Une lettre que je viens de recevoir de notre Confrère M. Joannès Chatin nous apprend la mort de son père, décédé dans la journée d'hier, dans sa maison de campagne des Essarts-le-Roi.

» Il y a longtemps déjà que cet événement fatal était redouté de la famille et des amis du défunt. L'affaiblissement graduel dû aux progrès de l'âge a fini par triompher de la robuste constitution de notre regretté Confrère et des soins affectueux dont il était entouré.

» Aucune vie n'a été plus heureuse que la sienne. Durant tout le cours de sa longue et laborieuse carrière, il a aimé et cultivé avec ardeur la Botanique, la plus jolie et la plus délicate de toutes les sciences, celle qui procure les jouissances esthétiques les plus délicieuses et qui ouvre en même temps les aperçus les plus mystérieux sur le développement des organismes vivants. La fortune l'a comblé de ses faveurs et les honneurs se sont accumulés sur sa tête. Le plus précieux de tous les biens, l'élément essentiel du bonheur, la santé, ne lui a jamais fait défaut. Enfin, il a eu l'immense satisfaction de voir son fils occuper une chaire à la Sorbonne et ensuite de le recevoir à ses côtés sur les bancs de notre Académie. Il a conservé presque jusqu'au dernier moment la plénitude de son intelligence et s'est éteint doucement au milieu des siens, sans subir les angoisses de l'agonie. »

La séance est levée en signe de deuil, après le dépouillement de la Correspondance.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la théorie de la précession.*
Note de M. **H. Poincaré.**

« Stockwell a cherché à déterminer les variations séculaires de l'équateur terrestre qui sont la conséquence des variations séculaires de l'écliptique.

» Mais, récemment, M. Backlund (*Bulletin de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, mai 1900) a repris ces calculs par la méthode de Gyldén et est arrivé à des résultats entièrement différents. C'est ainsi que le coeffi-

cient d'une de ces inégalités serait, d'après Stockwell, 20438″ et d'après notre éminent correspondant 5681″.

» Le principe de la méthode employée par M. Backlund consiste à ne pas supprimer tout de suite dans ses équations les termes à courte période qui produisent la nutation; dans les équations qu'on obtient après quelques transformations figurent certains coefficients périodiques qui dépendent de ces termes; et pour l'intégration, au lieu de supprimer purement et simplement ces coefficients périodiques comme on le fait d'ordinaire, M. Backlund en conserve la partie constante qu'il appelle ν_0^2 et μ_0^2.

» Pour apprécier la légitimité de cette analyse, il suffira d'étudier l'équation simple

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = a\sin(nt+\varphi) + b\sin pt, \tag{1}$$

considérée par M. Backlund (page 397). Nous supposerons que a et n sont très petits, mais que b et p soient beaucoup plus petits et cela de telle façon que $\frac{b}{p^2}$ soit notablement plus grand que $\frac{a}{n^2}$, et que p^2 soit du même ordre de grandeur que $\frac{a^2}{n^2}$.

» Le premier terme du second membre de (1) est alors un terme à courte période et le second un terme séculaire. Les équations de la précession peuvent être ramenées à cette forme, avec cette différence qu'il y a un grand nombre de termes à courte période et un grand nombre de termes séculaires.

» Soit alors

$$\frac{d^2\varphi_0}{dt^2} = a\sin(nt+\varphi_0), \tag{1 bis}$$

une équation analogue à (1) mais où l'on a fait $b=0$, et posons

$$\varphi = \varphi_0 + \varepsilon.$$

» Nous aurons alors en négligeant ε^2

$$\frac{d^2\varepsilon}{dt^2} = a\varepsilon\cos(nt+\varphi_0) + b\sin pt. \tag{2}$$

» Si l'on appliquait la méthode de Stockwell, on négligerait le premier

terme et l'on trouverait

$$\frac{d^2\varepsilon}{dt^2} = b \sin pt, \qquad \varepsilon = -\frac{b}{p^2}\sin pt.$$

» M. Backlund trouve d'abord en première approximation

$$v_0 = -\frac{a}{n^2}\sin nt,$$

d'où

$$\cos(nt + v_0) = \cos nt + \frac{a}{n^2}\sin^2 nt.$$

» L'équation (2) devient

$$\frac{d^2\varepsilon}{dt^2} = \varepsilon\left(a\cos nt + \frac{a^2}{n^2}\sin^2 nt\right) + b\sin pt,$$

ou, en conservant la valeur moyenne du coefficient de ε,

$$\frac{d^2\varepsilon}{dt^2} = \frac{a^2}{2n^2}\varepsilon + b\sin pt,$$

d'où

$$\varepsilon = -\frac{b\sin pt}{\frac{a^2}{2n^2} + p^2}.$$

» Telles sont les deux analyses entre lesquelles il s'agit de décider; la chose est d'autant plus facile que les équations (1 *bis*) et (2) peuvent s'intégrer rigoureusement.

» Posons, en effet,

$$nt + v_0 = 2W,$$

l'équation (1 *bis*) devient

$$\frac{d^2W}{dt^2} = a \sin W \cos W,$$

d'où

$$\frac{dW}{dt} = i\sqrt{p(u) - e_1}, \qquad \sin W = \frac{i}{\sqrt{a}}\sqrt{p(u) - e_2}, \qquad \cos W = \frac{1}{\sqrt{a}}\sqrt{p(u) - e_3},$$

$$e_2 - e_3 = a, \qquad e_1 + e_2 + e_3 = 0,$$

$$\cos(nt + v_0) = \frac{1}{a}[2p(u) + e_1],$$

où $p(u)$ est la fonction doublement périodique de Weierstrass et où u est égal à t plus une constante imaginaire.

» L'équation (2), qui peut alors s'écrire

$$\text{(2 bis)} \qquad \frac{d^2\varepsilon}{du^2} = \varepsilon[2p(u) + e_1] + b \sin pt,$$

a ses coefficients périodiques.

» Nous sommes ainsi amenés à envisager des équations linéaires à second membre de la forme

$$\text{(3)} \qquad \varepsilon'' - \varphi\varepsilon = X,$$

où φ est périodique en t (et où je désigne les dérivées par des lettres accentuées). D'après un théorème bien connu, l'équation sans second membre

$$\varepsilon'' - \varphi\varepsilon = 0$$

admettra deux intégrales de la forme suivante :

$$\varepsilon_1 = e^{\alpha t}\psi_1, \qquad \varepsilon_2 = e^{-\alpha t}\psi_2,$$

ψ_1 et ψ_2 étant périodiques. Je puis toujours supposer que l'on a

$$\text{(4)} \qquad \varepsilon'_1\varepsilon_2 - \varepsilon'_2\varepsilon_1 = 1,$$

et l'on trouve alors, pour l'intégrale de l'équation (3),

$$\text{(5)} \qquad \varepsilon = \beta_1\varepsilon_1 + \beta_2\varepsilon_2$$

avec

$$\beta_1 = \int X\varepsilon_2\, dt; \qquad \beta_2 = -\int X\varepsilon_1\, dt.$$

» Nous pouvons d'ailleurs traiter séparément chacun des termes de X ; prenons alors

$$X = e^{ipt}.$$

» Soit (en supposant que l'unité de temps ait été choisie de telle façon que la période de la fonction φ soit égale à 2π)

$$\psi_1 = \Sigma a_k e^{ikt}, \qquad \psi_2 = \Sigma c_k e^{ikt}.$$

» Dans les intégrales β_1 et β_2, les seuls termes sensibles sont ceux qui contiendront un petit diviseur (en considérant p et α comme très petits). Ces termes sont

$$\beta_1 = \frac{c^0 e^{(-\alpha+ip)t}}{-\alpha + ip}; \qquad \beta_2 = \frac{a_0 e^{(\alpha+ip)t}}{\alpha + ip}.$$

» Si l'on ne conserve dans β_1 et β_2 que ces termes à petit diviseur, le

terme en e^{ipt} dans ε sera, d'après la formule (5),

$$\frac{-2a_0c_0\alpha e^{ipt}}{\alpha^2+p^2}.$$

» Dans le cas où la fonction φ est petite (ce qui arrive ici, puisque le facteur a est petit), les termes a_0 et c_0 sont notablement plus importants que les autres termes de ψ_1 et ψ_2; de tous les termes de ε, le plus important est le terme en e^{ipt} que je viens d'écrire; enfin, à cause de la relation (4), on a sensiblement

$$2a_0c_0\alpha = 1,$$

de sorte qu'il reste sensiblement

$$\varepsilon = \frac{-e^{ipt}}{\alpha^2+p^2}. \tag{6}$$

» Dans le cas où α s'annule, il y a une dégénérescence et l'intégrale générale de l'équation sans second membre serait de la forme

$$\varepsilon = \gamma_1\psi_1 + \gamma_2(t\psi_1+\zeta),$$

ζ étant périodique comme ψ_1, tandis que les γ sont les constantes d'intégration. Mais à la limite, la formule (6) subsiste.

» Comparons maintenant cette formule (6) avec celles de Stockwell et de Backlund. Nous voyons que, pour obtenir celle de Stockwell, il faut faire $\alpha = 0$, et pour obtenir celle de Backlund,

$$\alpha = \frac{a}{n\sqrt{2}}.$$

» Or quelle est la véritable valeur de α? on le voit tout de suite : l'équation (2 *bis*), quand on y supprime le second membre, admet pour intégrale

$$\varepsilon_1 = \sqrt{p(u)-e_1},$$

qui est une fonction périodique. Donc α est nul; donc c'est Stockwell qui a raison.

» Il faut attribuer aux inégalités en question les coefficients de Stockwell, dont quelques-uns sont 4 fois plus forts que ceux de Backlund.

» La critique qui précède ne saurait, en aucune façon, s'adresser à notre savant correspondant, puisqu'il n'a fait qu'appliquer une méthode classique que tout le monde croyait correcte.

» Mais c'est là une raison de plus pour que j'aie cru devoir mettre en évidence le vice fondamental de la méthode de Gyldèn, dont on pourrait être tenté de faire d'autres applications.

» Il est singulier que Gyldèn soit tombé dans cette erreur, puisqu'il avait lui-même intégré les équations (1 *bis*) et (2). »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur la formation des composés organiques sulfurés;* par M. **Berthelot.**

« Le cours de mes recherches sur la chaleur de formation des divers groupes de composés organiques m'a conduit à l'étude des combinaisons sulfurées.

» J'ai déjà examiné le sulfure de carbone ([1]), le thiophène ([2]), la taurine ([3]), l'isomérie des composés sulfocyaniques ([4]); mais certains corps fondamentaux, tels que les alcools et les éthers simples, me restaient à aborder. Il s'agit donc aujourd'hui des alcools sulfurés, autrement dits *mercaptans*.

» 1. Mercaptan éthylique (alcool sulfuré, sulfhydrate d'éthyle) $C^2H^6S = 62$.

» Distillé à point fixe et analysé.

2 combustions, avec formation de CO^2 gaz, H^2O liquide, SO^4H^2 étendu :

1^{gr} à volume constant	$8313^{cal},6$
Chaleur de combustion moléculaire à pression constante	$+\ 517^{Cal},2$
Formation par les éléments (état actuel) : $C^2 + H^6 + S = C^2H^6S$ liq.	$+\ 19^{Cal},5$

» 2. Sulfure d'éthyle (éther sulfhydrique) $C^4H^{10}S = 90$. — Distillé à point fixe. Analysé. 4 combustions :

1^{gr} à volume constant	$9191^{cal},5$
Chaleur de combustion moléculaire à pression constante	$+\ 829^{Cal},6$
Formation par les éléments (état actuel) : $C^4 + H^{10} + S = C^4H^{10}S$ liq.	$+\ 33^{Cal},7$

([1]) *Thermochimie : Données et lois numériques,* t. II, p. 165.

([2]) Même Ouvrage, p. 516.

([3]) *Id.*, p. 671.

([4]) *Ann. de Ch. et de Phys.*, 7e série, t. XX, p. 197.

Voir aussi les Travaux de M. Joannis, sur les sulfocyanures (*Thermochimie : Données et lois numériques,* t. II, p. 174); ceux de M. Matignon, sur l'urée sulfurée et les dérivés uriques (même Ouvrage, t. II, p. 658, 665).

» 3. Mercaptan amylique (sulfhydrate d'amyle) $C^5H^{12}S = 104$. — Rectifié. Analysé. 2 combustions :

1gr à volume constant	9513cal,0
Chaleur de combustion moléculaire à pression constante	+ 992Cal,0
Formation par les éléments : $C^5 + H^{12} + S = C^5H^{12}S$ liq	+ 34Cal,65

» 4. Sulfure d'amyle (éther amylsulfhydrique) $C^{10}H^{22}S = 174$. — Rectifié. Analysé. 2 combustions :

1gr à volume constant	10165cal,0
Chaleur de combustion moléculaire à pression constante	+ 1775Cal,7
Formation par les éléments : $C^{10} + H^{22} + S = C^{10}H^{22}S$ liq	+ 67Cal,5

» 5. Sulfure d'allyle (essence d'ail) $C^6H^{10}S = 114$. — Rectifié. — Analysé. 2 combustions.

1 gramme à volume constant	9348cal,3
Chaleur de combustion moléculaire à pression constante	+1068Cal,1
Formation par les éléments : $C^6H^{10} + S = C^6H^{10}S$ liq	— 16Cal,1

» J'aurais voulu étudier également l'*acide thiacétique* et le *sulfhydrate de phényle*. Mais je n'ai pas réussi à obtenir ces composés dans un état de pureté suffisante pour être soumis à des déterminations calorimétriques.

» On déduit de ces expériences les relations suivantes :

Substitution du soufre par l'oxygène.

$C^2H^6O - C^2H^6S$	+50,4	(liquide)
$C^4H^{10}O - C^4H^{10}S$	+46,8	»
$C^5H^{12}O - C^5H^{12}S$	+56,9	»
Moyenne	+51Cal,3	»

valeur voisine de

$H^2O - H^2S$	+54,3	(gaz)
$CO^2 - CS^2$	+59,8 × 2	(gaz)

» Oxydes — Sulfures métalliques dissous : +52; dans l'état anhydre, grandes variations (1).

(1) *Thermochimie : Données et lois numériques*, t. I, p. 313.

» *Homologie :*

	Chaleur de combustion.		Chaleur de formation.	
Mercaptan éthylique.......	+ 517,2	474,8	+19,5	15,15
Mercaptan amylique.......	+ 992,0		+34,65	
Sulfure d'éthyle...........	+ 829,6	946,1	+33,7	33,8
Sulfure d'amyle...........	+1775,7		+67,5	

» La différence des chaleurs de combustion

$$\frac{474,8}{3} = 158,3; \qquad \frac{946,1}{6} = 159,2$$

concorde sensiblement avec la valeur moyenne ordinaire + 157,5.

» De même la différence des chaleurs de formation homologue

$$\frac{15,15}{3} = 5,03 \quad \text{et} \quad \frac{33,8}{6} = 5,6; \quad \text{au lieu de } + 5,5. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles recherches sur l'isomérie des éthers sulfocyaniques;* par M. **Berthelot.**

« *Sulfocyanure de phényle* $C^7H^5AzS = 135$. — On sait qu'il existe deux séries isomériques d'éthers sulfocyaniques, désignés sous les noms de *sulfocyanures normaux* et *isosulfocyanures,* ces derniers plus stables que les autres. J'ai constaté que cette différence de stabilité s'explique par des relations thermochimiques, la transformation des sulfocyanures normaux en isosulfocyanures étant accompagnée par un dégagement de chaleur, soit $+10^{Cal},5$ pour les éthers méthyliques et $+9^{Cal},0$ pour les éthers éthyliques (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XX, p. 200-202). Je n'avais pas étendu mes comparaisons à la série phénylique, à cause de la transformation spontanée du composé normal en iso, transformation réputée extrêmement prompte. M. le professeur Billeter, de l'Académie de Neuchâtel (Suisse), a bien voulu m'écrire à ce sujet que le sulfocyanure de phényle, dont il a fait une étude spéciale, est plus stable qu'on ne le pense en général, et il a eu l'obligeance de m'envoyer un échantillon de ce composé, préparé à mon intention. Nous l'avons brûlé aussitôt (26 juillet 1900) dans la bombe calorimétrique, en dosant chaque fois le soufre transformé par la combustion même en acide sulfurique.

» *Première combustion :* S = 23,40;

» *Deuxième combustion :* S = 23,55;

» *Théorie :* S = 23,70.

Chaleur de combustion à volume constant pour 1gr..... 7699,8 et 7652,0

Moyenne........................... 7675cal,8

Chaleur de combustion moléculaire à pression constante..... +1037Cal,4

Formation par les éléments : $C^7 + H^5 + Az + S = C^7H^5AzS$.. — 63Cal,7

» Or l'isosulfocyanure de phényle (*loco citato*, p. 203) a fourni :

Pour sa formation par les éléments.................................. —46Cal,5

D'où il résulte que la transformation de l'éther normal en iso dégage.... +17Cal,2;

ce qui concorde avec les résultats obtenus pour les autres éthers.

» Nous avons répété la combustion du même échantillon conservé sans autre traitement, un mois plus tard, le 25 août 1900.

» Dosage du soufre : S = 23,86.

Chaleur de combustion à vol. constant pour 1gr.... .... 7570cal,5

» D'où il résulte :

Chaleur de combustion moléculaire à pression constante............ + 1024Cal,4

Formation par les éléments...................................... — 50Cal,7

» Le 11 septembre, nouvelle combustion sur le produit distillé la veille à point fixe (232°).

» Dosage du soufre : S = 23,2.

Chaleur de combustion à volume constant pour 1gr.................. 7575cal,4

Chaleur de combustion moléculaire à pression constante............ + 1025Cal,1

Formation par les éléments...................................... — 50Cal

» Il résulte de ces chiffres que le produit avait été transformé en majeure partie en isosulfocyanure, dans l'intervalle d'un mois d'été. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Produits gazeux dégagés par la chaleur de quelques roches ignées.* Note de M. **Armand Gautier.**

« Il peut sembler paradoxal d'étudier l'action que la chaleur exerce sur des roches qui, telles que le granit, le porphyre, les basaltes, les ophites, etc., ont cristallisé par fusion ignée et sont restées soumises durant des siècles à l'action d'une température assez intense pour les fondre. Mes

observations relatives à l'origine de l'hydrogène atmosphérique et les remarques que j'ai faites sur la constitution des eaux de mer en profondeur m'ont conduit cependant à cet examen. On remarquera d'ailleurs que les matériaux de ces roches, au moment où ils se fixaient dans leur état actuel, supportaient l'énorme pression due aux couches superposées, pression qui a suffi pour empêcher les dissociations et laisser persister des corps en apparence incompatibles à ces hautes températures.

» J'ai déjà dit que les acides minéraux vers 100°, et l'eau pure elle-même vers 300°, dégagent du granit en poudre une notable proportion de gaz riches en hydrogène. Ce même dégagement s'est produit avec toutes les roches ignées que j'ai examinées. La quantité et la composition de ces gaz varient pour chaque espèce, et même pour divers échantillons de la même roche, ce qui m'a paru exclure dès l'abord l'hypothèse que ces gaz soient inclus ou préexistants, au moins pour la majeure partie.

» Je donnerai comme exemple les analyses suivantes : 1000gr de granit (de Vire), pris à huit mois d'intervalle dans la même carrière, furent pulvérisés au mortier de bronze et leur poudre chauffée dans le vide vers 100° avec un mélange de 2 parties d'acide phosphorique sirupeux et 1 partie d'eau. On obtint 585cc dans un cas, 560cc dans l'autre, de gaz, calculés secs à 0° et 760mm, dont voici la composition centésimale :

	I.	II.
HCl; $SiFl^4$	traces	traces
H^2S	0,21	4,06
CO^2	46,61	42,34
Hydrocarbures absorbables par Br	2,11	0,94
H libre	9,07	34,14
Az (riche en argon)	41,20	18,30
O	0,45	0,00
	99,65	99,78

» En admettant que, dans le premier de ces mélanges, la petite quantité d'oxygène trouvée soit due à un peu d'air resté adhérent à la poudre, les deux analyses ci-dessus conduisent aux résultats suivants, calculés à 0° et 760mm pour 1000 grammes de roche :

	I.	II.
HCl; $SiFl^4$	trace	trace
H^2S	1,33	22,7
CO^2	272,6	237,5
Hydrocarbures absorbables par Br	12,3	5,3
CH^4	trace	trace
H	53,05	191,48
Azote et Argon	232,50	102,48
	572cc,88	559cc,46 (1)

(1) Ces deux analyses doivent être substituées à celle publiée aux *Comptes rendus*,

» On remarquera la grande analogie de ces gaz avec ceux des volcans : A Santorin, les gaz de l'éruption de 1866 contenaient, d'après les analyses de M. Fouqué, en même temps que de l'hydrogène sulfuré, de l'acide carbonique, très peu d'oxygène libre et d'azote, depuis des traces jusqu'à 30 pour 100 d'hydrogène et de 0,43 à 3 pour 100 de méthane (1).

» J'ai dit que des gaz se dégagent déjà du granit quand on en chauffe la poudre, vers 300°, simplement avec de l'eau pure. Voici deux analyses de ces gaz pour 1000^{gr} de roche :

	I.	II.
	cc	cc
H^2S	1,3	1,0
CO^2	7,2	5,3
H	46,0	14,6
Az libre	0,3	5,9

» En même temps, il apparaît dans la liqueur aqueuse baignant la poudre de granit des *sulfures solubles* qui n'y préexistaient pas.

» Il suit de là qu'un ensemble de gaz, très anologues aux gaz volcaniques, tend à s'échapper des roches ignées profondes, et en particulier des granits, partout où la température de ces roches peut s'élever à 300° et au-dessus, pourvu que l'eau intervienne.

» Pour celle-ci, l'hypothèse qu'elle provient de la surface n'est nullement nécessaire, la quantité d'eau préexistant dans les roches ignées est suffisante. J'ai chauffé du granit, du porphyre, de l'ophite, de la lherzolite, etc., de 15° à 250° durant 48 heures, puis de 250° à 1000°, et recueilli les quantités d'eau suivantes, déduction faite des gaz qui se dégagent simultanément :

	Perte par kilogramme de roche De 15° à 250°	De 250° à 1000° :
	gr	gr
Granit (de Vire)	2,29	7,35
Porphyre (de l'Esterel)	5,80	12,40
Ophite (de Villefranque)	»	15,06
Lherzolite (de Lherz)	»	16,80

» L'eau existe donc en quantité très sensible dans les roches ignées; et, même dans le vide, la majeure partie ne s'en dégage qu'au rouge naissant. On sait depuis longtemps qu'elle entre dans la constitution des micas.

» Si l'on chauffe au rouge les roches ignées, réduites en poudre sur elles-

t. CXXXI, p. 649, où s'étaient glissées deux erreurs : l'une de calcul relative à H^2S; l'autre provenant de ce qu'un peu de fer s'était introduit dans la poudre, par une meule de granit garnie de fonte (voir l'observation déjà faite, *loc. cit.*, p. 1276).

(1) [Sa]*ntorin et ses éruptions*, par M. Fouqué, in-4°; Paris, p. 226 et suivantes.

mêmes, ou broyées au mortier de bronze, puis séchées à 250°-300°, on extrait, à la pompe à vide, des quantités de gaz variables suivant la roche et le mode lent ou rapide d'application de la chaleur ou de l'extraction.

» Pour étudier ces gaz, nous avons pris des roches dites *acides*, à excès de silice, (granits, porphyres) et des roches basiques (ophites, lherzolite).

» *Granit.* — Le granit (de Vire) pulvérisé dans le bronze a donné les gaz dont j'inscris ici les quantités et la composition :

	I.	II.	III.
Volume total, à 0° et 760mm, pour 1000gr de granit....	2709cc	4209cc	2570cc
Contenant pour 100 volumes de gaz :			
CO^2.......... ..	14,80	8,98	14,42
H^2S............	trace	1,71	0,69
CO.............	4,93	5,12	5,50
CH^4............	2,24	1,09	1,99
H..............	77,30	82,80	76,80
Az riche en argon.	0,83	0,42	0,40
	100,10	100,12	99,80

» En rapportant à 1000 grammes de roche ces gaz calculés secs à 0° et 760mm, on a :

	cc	cc	cc
CO^2............	400,6	378,0	370,6
H^2S............	Faible proportion	71,9	18,7
CO.............	133,4	215,2	141,3
CH^4............	60,6	45,8	51,1
H..............	2092,5	3481,0	1977,7 (1)
Az.............	22,7	10,6	10,3
	2709,5	4209,5	2569,7

» Donc 1000 grammes de ce granit, ou 376 centimètres cubes de roche, dégagent en moyenne, au rouge, 3162cc de gaz, calculé sec, à 0° et 760mm (dont 2517cc d'hydrogène), soit 6,7 fois le volume de la roche.

» Ces gaz sont exempts d'acétylène, d'éthylène et d'oxysulfure de carbone; on y a reconnu une trace de benzine, de pétrolènes et, chose plus inattendue, de sulfocyanure d'ammonium, avec léger excès d'ammoniaque, ainsi qu'une matière goudronneuse qui rend les eaux condensées un peu opalescentes.

» *Porphyre.* — On a pris comme exemple le porphyre bleu granitoïde de l'Esterel (*Microdiorite quartzifère* de M. Michel Levy). C'est une roche de demi-profondeur

(1) Moyenne de l'hydrogène pour 1000gr de granit = 2517cc. Si l'on eût pu craindre que le broyage dans le bronze introduisît une trace de fer ou de zinc pouvant donner de l'hydrogène, on serait rassuré en observant que cette même poudre, traitée à chaud par les acides concentrés, n'a pas donné au delà de 190cc d'hydrogène par kilo.

(*Laccolite*) entièrement cristalline, sillonnée de petits grains bruns et contenant des cristaux de quartz, d'andésine, de mica noir, d'amphibole et de pyroxène.

» L'échantillon très compact et très frais employé venait directement de la carrière du Dramont, près Agay. Sa densité fut trouvée de 2,74. On pulvérisa la roche dans le bronze. 1000gr ont donné, mesuré sec à 0° et 760mm, 2846 cent. cubes du gaz suivant :

H^2S	0,00
CO^2	59,25
CO	4,20
CH^4	2,53
H	31,09
Az	2,10
CAzHS et corps pyrogénés rappelant les queues d'acétone	traces
	99,17

» On n'a pas constaté de vapeur de benzine, de CAzH, ni d'oxysulfure de carbone.

» Pour 1 kilogramme de ce porphyre, on a donc, à 0° et 760mm,

	cc
H^2S	0,00
CO^2	1686,25
CO	119,53
CH^4	72,00
H	884,82
Az	59,77
	2822,37

Ainsi 1 vol. de cette roche dégage, au rouge, 7vol,6 de gaz dont 2vol,4 de H et 12gr,6 d'eau.

» *Ophite.* — L'ophite que nous avons étudiée venait de Villefranque, près Bayonne. Elle est essentiellement formée d'augite diallagisant, d'andésine, avec magnétite et fer titané. On ne trouve aucune inclusion dans cette roche. On l'avait prise en pleine carrière. Elle fut pulvérisée entre une aire d'acier et une roue de granit, puis on enleva avec un aimant les faibles quantités de fer que le broyage avait pu introduire.

» La poudre donne au rouge le gaz dont j'inscris ici le volume et la composition.

	I.	II.	III.
Volume total pour 1000gr de roche	2320cc	»	2517cc
Contenant pour 100 volumes de gaz :			
CO^2	28,10	30,66	35,71
H^2S	3,44	5,56	0,45
CO	3,91	4,45	4,85
CH^4	1,40	0,66	1,99
H	63,28	58,90	56,29
Az	0,05	0,13	0,68
	100,18	100,36	99,97

Calculées pour 100gr de roche, les analyses I et III conduisent aux résultats suivants :

	cc
CO^2	787,21
H^2S	47,90
CO	108,10
CH^4	41,47
H	1475,37
Az	9,01
	2469,06

» Un volume de cette ophite dégage donc 7vol,6 de gaz dont 4vol,6 d'hydrogène.

» *Lherzolite.* — C'est, comme l'ophite, une roche éruptive basique, agrégat granitoïde d'enstatite, de péridot incolore, de pyroxène verdâtre, et de fer chromé avec quelques veines de serpentine. Elle ne contient ni quartz, ni feldspath. Densité =3,0. La poudre, préalablement séchée à 280°, perd ensuite au rouge 16,8 pour 100 d'eau. 1000 grammes de lherzolite pulvérisée dans le bronze ont donné 5450cc des gaz suivants :

H^2S	11,85
CO^2	78,35
CO	1,99
H	7,34
CH^4	0,01
Azote et trace de pétrolènes..	traces
	99,54 (1)

ou, pour 1000 grammes de roche :

	cc
H^2S	647,0
CO^2	4277,9
CO	108,6
H	400,8
CH^4	0,5
	5438,4

» Cette roche donne donc environ 15,7 fois son volume de gaz et un peu plus que son volume d'hydrogène.

» Les savants qui ont examiné les gaz des roches ignées n'en ont retiré, par le vide, que de faibles proportions : j'en ai extrait, au rouge, 670 volumes de 100vol de granit, 760 volumes de l'ophite, 740 volumes du porphyre. Ces gaz ont été considérés jusqu'ici comme préexistants. On ne saurait méconnaître qu'il existe, en effet, dans quelques-unes de ces roches, des gaz inclus sous une pression suffisante pour y liquéfier l'acide carbonique. Mais la lherzolite et les ophites n'ont pas d'inclusions. Il est d'ailleurs possible d'établir que les gaz que j'ai recueillis résultent de réactions

(1) La grande quantité de CO^2 tient aux inclusions calcaires qu'on n'a pu séparer.

successives se produisant au rouge. En effet, si ces gaz étaient simplement emmagasinés, leur composition resterait à peu près la même du commencement à la fin de l'extraction; elle variera, au contraire, s'ils dérivent de substances entrant en réaction à mesure que s'élève la température. C'est cette dernière hypothèse que confirme l'analyse des gaz recueillis successivement. En voici deux exemples :

	Granit.		Ophite.	
	1er tiers.	2 derniers tiers.	360 cent. c. dégagés.	10 derniers cent. c.
CO^2	20,19	6,13	28,10	36,19
H^2S	1,28	0,41	3,44	0,00
CO	0,57	1,02	3,91	5,76
CH^4	2,04	0,80	1,40	3,79
H	75,54	91,64	63,18	40,00
Az	0,30	0,30	0,05	14,25
	99,92	100,30	100,18	99,99

» En présence de ces dernières analyses, on ne peut penser que les gaz existent tout formés dans ces roches. Les variations, de CO^2, H^2S, CH^4, H, Az, du commencement à la fin de l'extraction, sont démonstratives.

» Il nous reste à montrer comment se produisent ces gaz lorsqu'on porte ces roches à une température bien inférieure à celle qu'elles ont autrefois subie. Mais ces constatations suffisent déjà à éclairer l'origine des gaz souterrains, des manifestations volcaniques et des eaux thermo-minérales. Mettant ici de côté les réactions qui se produisent dans le noyau fondu du globe, si nous considérons ce qui se passe pour une certaine masse d'une assise déjà solidifiée, se réchauffant à nouveau jusqu'au rouge par le fait d'un éboulement interne, ou des pressions latérales des voussoirs faisant remonter vers les points à résistance minimum la matière encore fondue du noyau terrestre, on voit que, lorsqu'elles se réchaufferont à nouveau au contact de ces masses incandescentes, les roches déjà formées tendront à dégager, par toutes les issues, les gaz et vapeurs que nous venons de voir se produire. D'après mes expériences, un litre de granit donne, à 1000° et calculés seulement pour cette température, environ 20 litres de gaz divers et 89 litres de vapeur d'eau, c'est-à-dire plus de 100 fois son volume de gaz. On comprend la force explosive qui naît de ces réactions et l'inutilité d'admettre l'hypothèse de la pénétration des eaux superficielles jusqu'aux couches ignées comme une des conditions nécessaires des phénomènes volcaniques. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La production du travail musculaire utilise-t-elle, comme potentiel énergétique, l'alcool substitué à une partie de la ration alimentaire?* Note de M. **A. Chauveau.**

« Le point très précis signalé dans cette question n'a pas encore été étudié par les physiologistes qui se sont occupés des prétendues propriétés nutritives de l'alcool. Dans cette nouvelle étude, le but expressément visé, c'est de savoir, non si l'ingestion de l'alcool est, d'une manière vague et générale, de quelque profit, mais *si le sujet qui travaille, ayant le sang saturé de cette substance, fait fonctionner ses muscles en puisant dans sa combustion l'énergie nécessaire à ce fonctionnement*. Il y a là une haute question d'hygiène et d'économie soudée à la solution d'un important problème de physiologie pure.

» Les échanges respiratoires sont aptes à fournir pour cette solution des documents précieux. On peut, en effet, en quelques circonstances — et la circonstance présente est du nombre — être renseigné avec une certaine exactitude, par le taux de l'acide carbonique produit, comparé à celui de l'oxygène absorbé, dans les combustions de l'organisme, sur la nature des matières qui alimentent ces combustions. Ainsi l'on sait que le quotient de combustion des hydrates de carbone vaut 1,000, tandis que celui de l'alcool atteint seulement 0,666. La différence est énorme et ne saurait manquer de se traduire dans les quotients respiratoires des sujets auxquels on donnerait, pour l'exécution du travail musculaire, des hydrates de carbone avec ou sans substitution partielle d'alcool éthylique. Des indications du taux des échanges on apprendrait si les deux sortes de substances sont employées l'une et l'autre, plus ou moins directement, à fournir par leur combustion, proportionnellement à leur quantité, l'énergie dépensée par les muscles en état d'activité. Le fait contraire serait révélé de même par la comparaison des quotients respiratoires :

» Cette méthode a été appliquée par moi au cours d'une expérience d'alimentation qui n'a pas duré moins de 389 jours (du 7 août 1899 au 31 août 1900). Pendant ce long laps de temps, le sujet de l'expérience, un chien du poids moyen de 20^{kgr}, a été soumis à un travail journalier de courte durée : une heure parfois, le plus souvent deux heures de course au trot allongé dans la caisse discoïde à ce destinée, dont la description a déjà été faite [1].

---

[1] *Le prolongement, chez le sujet alimenté, du processus de dépense énergé-*

» L'analyse de l'air puisé dans cette caisse à la fin du travail permettait de déterminer avec une grande précision l'intensité des combustions respiratoires, par le taux de l'acide carbonique produit et de l'oxygène absorbé.

» On faisait, du reste, la même détermination pour la période de repos diurne après le travail et pour la période de repos nocturne.

» De cette manière, on pouvait se procurer des notions suffisamment précises sur la dépense de la journée, d'après l'ensemble des échanges respiratoires.

» Peu de temps avant le placement dans l'appareil, pour l'exécution du travail, le chien recevait une ration composée de 500^gr de viande crue et de 252^gr de sucre de canne. De temps en temps on substituait au tiers de cette dose d'hydrate de carbone une quantité isodyname d'alcool, soit 48^gr de cette substance à la place de 84^gr de sucre.

» Les occasions n'ont donc pas manqué, au cours de cette longue succession de journées expérimentales, d'étudier les modifications que la substitution de l'alcool au sucre introduit dans les échanges respiratoires pendant le travail [1]. Je résume dans les tableaux suivants les résultats des expériences spéciales, au nombre de onze, qui ont eu, dans l'année 1900, cette étude pour but exclusif. Quatre de ces expériences ont été faites pendant l'alimentation avec la ration type. Les sept autres appartiennent aux séries pendant lesquelles l'alcool a été partiellement substitué au sucre.

I. — *Expériences avec la ration viande et sucre.*

1 N° et date. Parcours effectué. Poids du sujet : a. initial. b. avant le travail. c. après le travail. d. final.	2 Périodes de l'expérience.	3 Durée des périodes. Temps de séjour dans la caisse.	Temps passé hors de la caisse.	Durée totale.	4 CO^2 exhalé dans chaque période. A l'heure.	Pendant la période complète.	O^2 absorbé dans chaque période. A l'heure.	Pendant la période complète.
		h	h	h	lit	lit	lit	lit
Exp. I (30 mars)......	A. Trav.	1.150	″	1.150	54,695	62,900	54,087	62,200
Parc. : 13^km,620.........		″	1.433					
Poids : a. 18^kg,995.....	B. Repos diurne....	8.233	″	10.516	8,745	91,962	9,268	95,095
» b. 19^kg,925.....		″	0.851					
» c. 19^kg,545.....	C. Repos nocturne..	11.167	″	12.334	7,710	97,462	8,391	103,494
» d. 19^kg,100.....		″	1.166					
	Totaux...	20.550	3.450	24.000		252,324		260,789
Exp. II (31 mars).....	A. Trav.	2.217	″	2.217	56,834	126,000	59,585	132,100
Parc. : 26^km,642........		″	1.516					
Poids : a. 19^kg,100.....	B. Repos diurne....	7.900	″	10.050	8,417	84,590	9,215	92,610
» b. 19^kg,920.....		″	0.634					
» c. 19^kg,595.....	C. Repos nocturne..	10.850	″	11.733	7,757	88,783	8,691	101,971
» d. 18^kg,920.....		″	0.883					
	Totaux...	20.967	3.033	24.000		299,273		326,681

tique de l'état d'inanition, d'après les échanges respiratoires, in *Cinquantenaire de la Société de Biologie.*

[1] Toutes les déterminations d'échanges respiratoires ont été faites avec le concours de M. J. Tissot.

1 N° et date. Parcours effectué. Poids du sujet : *a.* initial. *b.* avant le travail. *c.* après le travail. *d.* final.	2 Périodes de l'expérience.	3 Durée des périodes. Temps de séjour dans la caisse.	Temps passé hors de la caisse.	Durée totale.	4 CO^2 exhalé dans chaque période. A l'heure.	Pendant la période complète.	5 O^2 absorbé dans chaque période. A l'heure.	Pendant la période complète.
		h	h	h	lit	lit	lit	lit
Exp. III (1er avril).....	A. Trav.	2.084	″	2.084	**52,255**	108,900	**54,175**	112,900
Parc. : 23^{kg},166........	B. Repos	″	2.050					
Poids : *a.* 18^{kg},920.....		6.133	″	8.733	8,642	75,470	9,310	81.304
» *b.* 19^{kg},770.....	diurne....	″	0.550					
» *c.* 19^{kg},380.....	C. Repos	12.250	″	13.183	7,175	94,588	8.367	110.312
» *d.* 18^{kg},945.....	nocturne..	″	0.933					
	Totaux...	20.467	3.533	24.000		278,958		304,506
Exp. IV (12 avril).....	A. Trav.	2.100	″	2.100	**57,238**	120,200	**61,666**	129,500
Parc. : 25^{km},272.......	B. Repos	″	1.850					
Poids : *a.* 18^{kg},945.....		6.716	″	9.133	8,874	81,045	9,648	88.115
» *b.* 19^{kg},795.....	diurne....	″	0.567					
» *c.* 19^{kg},510.....	C. Repos	12.167	″	12.767	7,199	91,909	8,457	107,970
» *d.* 18^{kg},895.....	nocturne..	″	0.600					
	Totaux...	20.983	3.107	24.000		293,155		325,585

II. — *Expériences avec substitution partielle d'alcool au sucre dans la ration* (1e *série*).

		h	h	h	lit	lit	lit	lit
Exp. V (3 avril).......	A. Trav.	1.091		1.091	**46,379**	50,600	**48,396**	52,800
Parc. : 9^{km},210.........	B. Repos	″	0.941					
Poids : *a.* 18^{kg},895.....		8.317	″	9.625	7,839	75,450	9,126	87,836
» *b.* 19^{kg},910.....	diurne....	″	0.367					
» *c.* 19^{kg},725.....	C. Repos	12.167	″	13.284	7,707	102,379	8,643	114,613
» *d.* 18^{kg},870.....	nocturne..	″	1.217					
	Totaux...	20.983	2.525	24.000		228,429		255,449
Exp. VI (4 avril)......	A. Trav.	1.283		1.283	**43,803**	56,200	**46,921**	60,000
Parc. : 11^{km},766........	B. Repos	″	0.733					
Poids : *a.* 18^{kg},870.....		8.617	″	10.083	7,909	80,150	9,539	96,182
» *b.* 19^{kg},945.....	diurne....	″	0.733					
» *c.* 19^{kg},705.....	C. Repos	12.050	″	12.634	7,469	94,350	8,813	111,343
» *d.* 18^{kg},815.....	nocturne..	″	0.584					
	Totaux...	21.950	2.050	24.000		230,500		267,525
Exp. VII (6 avril).....	A. Trav.	2.117		2.117	**52,621**	111,400	**58,242**	123,300
Parc. : 21^{km},090........	B. Repos	″	1.950					
Poids : *a.* 18^{kg},770.....		5.867	″	8.650	7,500	64,875	8,863	76,665
» *b.* 19^{kg},805.....	diurne....	″	0.833					
» *c.* 19^{kg},360.....	C. Repos	12.533	″	13.233	6,646	87,953	7,648	101,147
» *d.* 18^{kg},750.....	nocturne..	″	0.700					
	Totaux...	20.517	3.483	24.000		264,228		301,112

1		3			4		5	
N° et date. Parcours effectué. Poids du sujet : *a.* initial. *b.* avant le travail. *c.* après le travail. *d.* final.	Périodes de l'expérience.	Durée des périodes.			CO^2 exhalé dans chaque période.		O^2 absorbé dans chaque période.	
		Temps de séjour dans la caisse.	Temps passé hors de la caisse.	Durée totale.	A l'heure.	Pendant la période complète.	A l'heure.	Pendant la période complète.
		h	h	h	lit	lit	lit	lit
Exp. VIII (9 avril)....	A. Trav.	2.050		2.050	**43,414**	89,000	**50,926**	104,400
Parc. : 20^{km},106........ Poids : *a.* 19^{kg},385..... » *b.* 20^{kg},350.....	B. Repos diurne....	〃 6.583 〃	1.750 〃 0.317	8.650	7,990	69,013	9,296	80,410
» *c.* 19^{kg},890..... » *d.* 19^{kg},240.....	C. Repos nocturne..	2.584 〃	〃 0.716	13.300	7,843	104,312	8,725	116,042
	Totaux...	21.217	2.783	24.000		262,325		300,852

II bis. — *Expériences avec substitution partielle d'alcool au sucre dans la ration* (2e *série, temps chaud*).

Exp. IX (18 juillet)....	A. Trav.	2.075	〃	2.075	**42,554**	89,000	**44,000**	91,300
Parc. : 16^{km},170........ Poids : *a.* 20^{kg},500..... » *b.* 21^{kg},550.....	B. Repos diurne....	〃 7.533 〃	1.425 〃 1.983	10.041	10,487	105,280	12,080	121,295
» *c.* 20^{kg},760..... » *d.* 19^{kg},800.....	C. Repos nocturne..	11.850 〃	〃 0.034	11.884	6,253	74,310	7,207	85,647
	Totaux...	21.458	2.542	24.000		268,590		298,242
Exp. X (30 août)......	A. Trav.	2.042	〃	2.042	**40,940**	83,600	**44,074**	90,000
Parc. : 17^{km},268........ Poids : *a.* 20^{kg},930..... » *b.* 21^{kg},925.....	B. Repos diurne....	〃 5.800 〃	2.075 〃 0.767	8.642	9,827	84,925	11,241	97,145
» *c.* 21^{kg},370..... » *d.* 21^{kg},000.....	C. Repos nocturne..	12.400 〃	〃 0.916	13.316	7,621	101,481	8,629	114,904
	Totaux...	20.242	3.758	24.000		270,006		302,049
Exp. XI (31 août).....	A. Trav.	2.066	〃	2.066	**44,046**	91,000	**47,821**	98,800
Parc. : 18^{km},774........ Poids : *a.* 21^{kg},000..... » *b.* 22^{kg},025.....	B. Repos diurne....	〃 6.300 〃	1.800 〃 0.567	8.667	10,000	86,670	11,190	96,984
» *c.* 21^{kg},40...... » *d.* 20^{kg},980.....	C. Repos nocturne..	12.050 〃	〃 1.217	13.267	7,593	100,730	8,631	114,507
	Totaux...	20.416	3.584	24.000		278,400		310,291

» Dans ces tableaux, les chiffres qui nous intéressent le plus, pour le moment, sont ceux qui sont imprimés en caractères gras. Ils expriment la dépense horaire d'énergie en CO^2 exhalé et O^2 absorbé *pendant le travail*. En les totalisant dans chacune des deux catégories d'expériences, on obtient

pour la dépense horaire moyenne

	I. Ration sans alcool (4 exp.).	II et II (*bis*). Ration avec alcool (7 exp.).
	lit	lit
CO^2 exhalé	55,255	44,822
O^2 absorbé	57,378	48,625
$\frac{CO^2}{O^2}$	**0,963**	**0,922**

» Laissons de côté provisoirement la valeur absolue de ces moyennes dans les deux catégories d'expériences et ne nous occupons que des quotients respiratoires que l'on en tire. Ils sont imprimés en vedette, c'est-à-dire en caractères gras. Celui de la deuxième colonne, quotient respiratoire de la période de travail chez le sujet dans la ration duquel 48^{gr} d'alcool ont été substitués à 84^{gr} de saccharose, se trouve sensiblement plus bas que le quotient respiratoire de la même période, chez le chien nourri exclusivement de viande et de sucre. Mais ce quotient de la période à l'alcool est néanmoins extrêmement élevé, beaucoup plus haut en tout cas que ne le comporte une participation un peu active de la combustion de l'alcool à la dépense énergétique.

» En effet, l'alcool de la ration est introduit par l'absorption digestive avec une très grande rapidité dans l'appareil circulatoire. Admettons néanmoins que cette substance n'y pénètre et ne s'y brûle qu'en quantité proportionnelle à sa masse totale comparée à celle de l'hydrate de carbone : ce serait le quotient 0,763 qui devrait se substituer au quotient 0,963 des expériences où l'alcool n'intervient pas.

» Il est facile d'en faire le calcul. La constitution de ce dernier quotient résulte de l'intervention de 252^{gr} de sucre dont le quotient de combustion est égal à 1,000. Pour savoir quelle est la valeur théorique du quotient résultant de l'intervention de 168^{gr} d'hydrate de carbone ayant le quotient de combustion 1,000 et de 48^{gr} d'alcool ayant le quotient 0,66, il suffit d'établir la proportion suivante :

$$\frac{0,963}{252 \times 1} = \frac{x}{(168 \times 1) + (48 \times 0,66) = 199,68}.$$

» D'où

$$x = \frac{199,68 \times 0,963}{252} = 0,763.$$

» Or ce n'est pas ce quotient respiratoire de 0,763 que nous avons obtenu, mais un quotient incomparablement plus élevé : 0,922. *Nous sommes donc obligé d'en conclure que l'alcool ingéré, dont l'organisme s'imprègne si rapidement, ne saurait participer que pour une très faible part, s'il y participe, aux combustions où le système musculaire puise l'énergie nécessaire à son fonctionnement. Cette substance n'est pas un aliment de force et son introduction dans une ration de travail se présente avec toutes les apparences d'un contresens physiologique.*

» Du reste, même en dehors du temps consacré au travail musculaire, l'influence de la combustion de l'alcool substitué ne se traduit pas mieux dans le quotient respiratoire. Le Tableau suivant, tiré de la somme des résultats de toutes les expériences, en fait foi :

		I. Quotient respiratoire de la période de travail.	II. Quotient respiratoire de la période de repos.	III. Quotient respiratoire d'après la somme des échanges de la journée.
Sucre sans substitution d'alcool		0,963	0,904	0,921
Sucre avec substitution d'alcool.	*a*. quotient calculé.	0,763	0,716	0,730
	b. quotient obtenu.	0,922	0,871	0,885

» *L'énorme déficit que ces chiffres révèlent, en toute circonstance, dans la combustion de l'alcool ingéré, est en accord avec ce que l'on sait de son élimination en nature par les émonctoires extérieurs, particulièrement la voie pulmonaire. Mais ces chiffres ont en plus l'avantage de nous faire savoir que, même quand il est saturé d'alcool, l'organisme ne paraît pas plus apte à utiliser cette substance, comme potentiel énergétique, pour l'exécution de l'ensemble des travaux physiologiques de l'état de repos que pour l'exécution du travail des muscles pendant l'exercice.* Il y a là, tout au moins, un gros point d'interrogation, auquel la complexité du métabolisme de la nutrition ne permettra peut-être pas de répondre prochainement d'une manière absolument scientifique. Mais on verra plus tard que les faits empiriques autorisent suffisamment les applications pratiques de cette première donnée. »

ASTRONOMIE. — *Sur la nouvelle comète Giacobini.*
Note de M. **Perrotin.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les observations de la comète que M. M. Giacobini a découverte le 20 décembre dernier à l'observatoire de Nice, à l'aide de l'équatorial coudé.

Positions apparentes de la comète (¹).

Dates.	Temps moyen de Nice.	α.	D. P.	Observateurs MM.
	h m s	h m s	° ′ ″	
1900 décembre 24.....	7.38.23	22.57.19,60	112.42.12,3	Javelle
1900 décembre 25.....	9.34.59	23. 3.22,50	112.49.30,5	Perrotin
1900 décembre 26.....	7.49.38	23. 9.28,06	112.55.59,6	Javelle
1901 janvier 6.........	6.36.13	0.13. 5,88	113. 7.38,2	Perrotin
1901 janvier 11........	6.51. 8	0.40.10,40	112.40.53,2	Javelle

» Ces observations ne permettent pas encore de pousser beaucoup plus avant la connaissance de l'orbite dont les éléments paraboliques ont été tout d'abord calculés par MM. Kreutz et Möller, de Kiel, puis, plus tard, par M. Campbell, de Mont-Hamilton; mais, après les troubles atmosphériques de ces derniers temps, le ciel devenu beau va favoriser la reprise des observations qui rendront possibles de nouveaux calculs.

» La distingué directeur des *Astronomische Nachrichten* pense que la comète peut présenter un très réel intérêt, en raison de son mouvement direct et de la valeur de certains de ses éléments, qui la rapprochent d'une classe curieuse de comètes dont le nombre s'accroît de jour en jour.

» C'est également notre avis; nous serons d'ailleurs bientôt édifiés sur ce point, si l'astre nouveau dont l'éclat va s'affaiblissant peut néanmoins être suivi assez longtemps pour permettre la détermination d'éléments ayant pour base un arc de courbe de quelque étendue.

» La queue de la comète s'étend en forme de panache dans un angle de position voisin de 45° et mesure de deux à trois minutes d'arc de longueur dans la lunette de notre grand équatorial; la nébulosité de la tête, régulièrement arrondie, entoure un noyau bien caractérisé, de onzième grandeur environ. »

(¹) Corrigées de la parallaxe.

CORRESPONDANCE.

M. R. Dedekind, nommé Correspondant pour la Section de Géométrie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. E.-E. Barnard adresse ses remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions quadruplement périodiques.* Note de M. Georges Humbert, présentée par M. H. Poincaré.

« Dans une Note antérieure, j'ai appelé l'attention sur les fonctions uniformes de deux variables u et v, admettant quatre périodes de la forme $1, 0$; $0, 1$; g, h; h, g', lorsque la quantité $h_1^2 - g_1 g'_1$ (où g_1, h_1, g'_1 désignent les parties imaginaires de g, h, g') est positive, au lieu d'être négative, comme dans le cas des fonctions abéliennes ordinaires. Ces fonctions n'existent que si les périodes sont liées par une relation *singulière*, c'est-à-dire réductible, par une transformation ordinaire du premier ordre, au type

$$(1)\qquad \alpha g + \beta h + \gamma g' = 0,$$

α, β, γ étant entiers. Elles s'expriment alors par des quotients de fonctions *intermédiaires*, c'est-à-dire de fonctions entières, se reproduisant à une exponentielle $e^{mu+nv+p}$ près, quand on augmente u et v d'une période.

» L'étude des fonctions intermédiaires générales se ramène, par un changement de variables très simple, à celle des fonctions *normales*, qui vérifient les relations

$$\begin{gathered}
F(u+1, v) = F(u, v+1) = F(u, v), \\
F(u+g, v+h) = F(u, v)\, e^{-2\pi i[lu+\gamma k v] - \pi i [lg + \gamma k h]}, \\
F(u+h, v+g') = F(u, v)\, e^{-2\pi i[\alpha k u + (l+\beta k) v] - \pi i[\alpha k h + (l+\beta k) g']},
\end{gathered}$$

où l et k sont deux entiers que j'appelle les *indices* de la fonction.

» Les fonctions normales, d'indices l et k, n'existent que si la quantité $\delta = l^2 + \beta k l + \alpha\gamma k^2$ est négative, et si k a un signe donné, déterminé

d'après ceux des parties imaginaires des périodes; inversement, ces deux conditions, si elles sont satisfaites, entraînent l'existence des fonctions : celles-ci s'expriment alors en fonction linéaire et homogène de mod δ d'entre elles.

» Je trouve aisément, comme dans le cas des fonctions intermédiaires singulières dérivant de périodes abéliennes, le nombre des fonctions normales, d'indices l et k, paires ou impaires, ainsi que les valeurs des demi-périodes qui annulent simultanément soit les fonctions paires, soit les fonctions impaires : mais ces résultats ne peuvent plus s'interpréter géométriquement sur la surface de Kummer.

» En effet, en dehors du cas où l'*invariant*, $\beta^2 - 4\alpha\gamma$, est tel que la forme quadratique $x^2 + \beta xy + \alpha\gamma y^2$ puisse représenter -1, il n'existe pas de surface de Kummer pour laquelle les coordonnées d'un point soient des fonctions quadruplement périodiques formées avec les périodes données.

» L'invariant étant essentiellement positif, et non carré si l'on veut éviter les cas elliptiques, la plus petite valeur de $\beta^2 - 4\alpha\gamma$, telle que la forme quadratique précédente ne puisse représenter -1, est *douze;* en ce cas, on peut rattacher aux fonctions correspondantes une intéressante surface du quatrième ordre à quinze points doubles.

» La relation (1) se ramène alors au type $g' - 3g = 0$; les valeurs $l = 0$, $k = 2$ sont admissibles pour les indices, et l'on trouve qu'il y a *huit* fonctions normales paires, d'indices 0, 2. Parmi elles, *quatre* admettent, comme zéro quadruple, une demi-période donnée : la surface pour laquelle les coordonnées d'un point sont proportionnelles à ces quatre fonctions est du *quatrième ordre* et admet *quinze points doubles*, qui répondent aux quinze autres demi-périodes.

» Grâce à l'étude de courbes remarquables qu'on peut tracer sur cette surface, et qui correspondent à l'évanouissement de fonctions normales particulières, j'ai pu obtenir l'équation de la surface, ou, ce qui revient au même, d'après Cayley, déterminer la conique C et les quatre droites D_i, qui forment son contour apparent sur un plan à partir d'un des points doubles : c'est là le premier exemple *explicite* de surface d'ordre quatre, à quinze points doubles, dont les coordonnées s'expriment en fonction uniforme (quadruplement périodique de deux paramètres).

» Le résultat est celui-ci. La conique C touche doublement, et les quatre droites D simplement, une même conique pour laquelle on peut prendre la courbe $4yz - x^2 = 0$; les quatre droites étant $z = 0$, $y = 0$, $y + x + z = 0$, $y + mx + m^2 z = 0$, et la conique C ayant pour équation

$4yz - x^2 + (\lambda x + \mu y + \nu z)^2 = 0$, on a, entre λ, μ, ν, m, les relations algébriques

$$m\mu + \nu = (\lambda - 1)(m + 1),$$

$$\mu\nu[\lambda(m-1)^2 + m^2 + 6m + 1]$$
$$= (\lambda - 1)[\lambda^2(m-1)^2 + 2\lambda(m+1)^2 + m^2 - 10m + 1].$$

» Sous une autre forme, on peut dire qu'en désignant par t et t' deux paramètres indépendants, les cinq quantités

$$tt', \quad t + t', \quad \sqrt{(t+1)(t'+1)}, \quad \sqrt{(t+m)(t'+m)},$$
$$\sqrt{[tt' + \rho t + \sigma t' + (m+1)\rho - m]}, \quad \sqrt{[tt' + \rho t' + \sigma t + (m+1)\rho - m]}$$

s'expriment en fonction quadruplement périodique uniforme de deux variables, lorsque les constantes m, ρ et σ vérifient l'équation

$$[\rho\sigma - (m+1)\rho + m][\sigma(m+1)^2 - 4m\rho] = 4m\rho(\sigma - \rho)^2.$$

» On peut y joindre six autres fonctions non rationnelles de t et t', de forme un peu plus compliquée, et l'on obtient ainsi les irrationnalités fondamentales attachées à la nouvelle surface à quinze points doubles. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes orthogonaux admettant un groupe de transformations de Combescure.* Note de M. **D.-Th. Egorov.**

« Dans une Note publiée récemment dans les *Comptes rendus* (22 octobre 1900), j'ai exposé succinctement quelques propriétés des systèmes orthogonaux admettant un groupe continu de transformations de Combescure. Comme, depuis, M. Fouché ([1]) a bien voulu revenir sur le même sujet, je me propose, de mon côté, d'indiquer quelques remarques que, faute de place, je n'avais pas insérées dans ma Note précédente.

» 1. Considérons au point arbitraire (x, y, z) les trois plans osculateurs des lignes coordonnées ρ_i d'un système orthogonal. Ces plans sont définis par les équations

$$(1) \qquad \beta_{il} A_k - \beta_{kl} A_i = 0,$$

$A_i = 0$ étant les équations normales des trois plans tangents au point

([1]) *Comptes rendus*, 26 novembre 1900.

(x, y, z). Pour les systèmes d'espèce considérée, l'on a $\beta_{ik} = \beta_{ki}$; par conséquent, *les trois plans osculateurs au point* (x, y, z) *se coupent suivant une même droite*. On reconnaît aisément que cette propriété est caractéristique pour les systèmes considérés.

» 2. Soit

$$(2) \qquad \ldots, \quad \Sigma_{-2}, \quad \Sigma_{-1}, \quad \Sigma, \quad \Sigma_1, \quad \Sigma_2, \quad \ldots$$

la suite infinie de systèmes orthogonaux mentionnée dans ma Note précédente (*loc. cit.*, p. 670). On passera du système Σ_k au système Σ_{k+1} de la suite (2) au moyen des formules

$$(3) \qquad x_{k+1} = \frac{\partial x_k}{\partial \rho} + \frac{\partial x_k}{\partial \rho_1} + \frac{\partial x_k}{\partial \rho_2}, \ldots,$$

qui se déduisent des équations (8) de ma Note précédente (*loc. cit.*, p. 670), et des formules générales relatives à un système orthogonal. La signification géométrique des formules (3) est évidente.

» 3. Les systèmes de la suite (2) ne sont pas distincts si l'on a

$$x_1 = \sigma x, \qquad y_1 = \sigma y, \qquad z_1 = \sigma z \qquad (\sigma = \text{const.}).$$

Le système Σ admet alors un groupe de transformations homothétiques (*loc. cit.*, p. 670); il est défini par les équations

$$(4) \qquad \begin{cases} x = e^{\sigma\rho}\xi(\rho_1 - \rho, \rho_2 - \rho), \qquad y = e^{\sigma\rho}\eta(\rho_1 - \rho, \rho_2 - \rho), \\ z = e^{\sigma\rho}\zeta(\rho_1 - \rho, \rho_2 - \rho), \end{cases}$$

que l'on obtient aisément en introduisant dans les équations (3) l'hypothèse que nous venons de faire. Je ne réduis pas σ à l'unité par le changement de variable $\sigma\rho_i - \rho_i$ indiqué par M. Fouché (*Comptes rendus*, 26 novembre 1900, p. 874), parce qu'il s'agit de déterminer tous les systèmes homothétiques correspondant à un système *donné* des quantités β_{ik}, tandis que le changement de variables cité fait substituer $\sigma\beta_{ik}$ à β_{ik}. Ainsi, il existe ∞^4 de systèmes homothétiques d'une même représentation sphérique. Tous les systèmes correspondant à une valeur déterminée de σ s'obtiennent par *composition géométrique* de trois d'entre eux, car les expressions générales de x, y, z dépendent linéairement des trois constantes introduites par l'intégration de l'équation linéaire du troisième ordre, indiquée dans ma Note précédente (p. 671; comparer la Note citée de M. Fouché, p. 874).

» 4. La suite (2) est périodique si l'on a

$$(5)\quad \begin{cases} x = e^{\alpha_1\rho}\xi_1(\rho_1-\rho, \rho_2-\rho) + e^{\alpha_2\rho}\xi_2(\rho_1-\rho, \rho_2-\rho) + \ldots \\ \quad + e^{\alpha_n\rho}\xi_n(\rho_1-\rho, \rho_2-\rho), \quad \ldots, \end{cases}$$

$\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ étant les n racines d'une équation binome du degré n. Le système le plus général de cette espèce s'obtient évidemment par composition géométrique de n systèmes homothétiques correspondant aux valeurs α_1, $\alpha_2, \ldots$ de la constante σ (éq. 4). Si $n=2$, la famille de lignes $\rho_1-\rho=\text{const.}$, $\rho_2-\rho=\text{const.}$ (trajectoires du groupe) est composée exclusivement de coniques.

» 5. La famille $\rho_1-\rho=\text{const.}$, $\rho_2-\rho=\text{const.}$ des trajectoires du groupe n'est formée de droites que pour les systèmes indiqués par M. Petot, qui admettent un groupe de transformations homothétiques ou un groupe de translations. Le système le plus général, dont les trajectoires $\rho_1-\rho=\text{const.}$, $\rho_2-\rho=\text{const.}$ sont des lignes planes, peut être obtenu par composition géométrique d'un système homothétique S et d'un système S_1, de la même représentation sphérique, qui donne lieu à distinguer les trois cas suivants : 1° S_1 est un système homothétique correspondant à une valeur de la constante σ différente de celle dont dépendent les x, y, z relatives à S ; 2° S_1 est un système admettant un groupe de translations; 3° S_1 est un système qu'on obtient en différentiant par rapport à σ les fonctions x, y, z (4) relatives à un système homothétique correspondant à la même valeur de σ que S.

» 6. Admettons qu'on ait déterminé tous les systèmes homothétiques d'une représentation sphérique donnée. Soient S l'un de ces systèmes, S′ le système homothétique obtenu par l'inversion de S (le pôle de l'inversion étant au centre d'homothétie) et S_1 l'un quelconque des systèmes homothétiques, de représentation sphérique donnée, distinct de S. On obtient tous les systèmes homothétiques S'_1 ayant la même représentation sphérique que S′ au moyen des formules telles que

$$(6)\qquad x'_1 = x_1 - \frac{2\sigma}{\sigma+\sigma'}(xx_1+yy_1+zz_1)\frac{x}{r^2},$$

où l'on a désigné par $x, y, z, x_1, y_1, z_1, x'_1, y'_1, z'_1$ les coordonnées relatives aux systèmes S, S_1 et S'_1 respectivement. Les équations (6) résultent sans aucune difficulté des équations générales de M. Darboux (*Leçons sur la théorie générale des surfaces*, t. IV, p. 295). Soient r et r_1 les rayons vecteurs des systèmes S et S_1 aux points correspondants. Projetons r_1 sur r;

le rayon vecteur de S'_1 *est évidemment la somme géométrique de* r_1 *et du vecteur obtenu en modifiant la projection de* r_1 *dans le rapport constant* $-2\sigma : \sigma + \sigma'$ [σ et σ' sont les valeurs de la constante σ dans les équations (4) relatives aux systèmes S et S_1 respectivement].

7. Pour indiquer au moins un exemple particulier, soit

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = -2kz + k^2(a^2 + b^2), \tag{7}$$

une famille de paraboloïdes homothétiques. Comme les lignes ombilicales sont des droites passant par l'origine et normales à tous les paraboloïdes, la famille (7) est une famille de Lamé. Le système orthogonal correspondant admet évidemment un groupe de transformations homothétiques. Les équations des deux familles qui complètent le système sont faciles à former explicitement. Toutes les surfaces du système sont algébriques si $a^2 : b^2$ est un nombre commensurable.

» Tous ces résultats ont été commnniqués à la Société mathématique de Moscou; ils sont contenus dans un Travail détaillé (sous presse actuellement) qui va paraître dans les *Annales de l'Université de Moscou*. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la corrélation des expériences faites à Dijon en 1894 pour l'application de l'idée de retour commun pour circuits téléphoniques et les expériences faites depuis cette date de 1894 sur la téléphonie sans fil.* Note de M. **Rheins.**

« Les expériences faites à Dijon en 1894-1895 pour l'application de l'idée du retour commun, mentionnées dans la brochure reçue par l'Académie dans sa séance du 15 novembre 1900, et dans l'article du 25 juin 1896 du *Journal télégraphique International,* ont montré que les mélanges de conversation produits dans des circuits appartenant au même retour commun sont causés par de mauvais isolements, c'est-à-dire des pertes à la terre.

» En d'autres termes, le courant téléphonique nuisible passe d'un poste à l'autre, non par le conducteur métallique qui les unit, mais par les terres des deux postes. Ceux-ci communiquent donc entre eux par leurs terres, c'est-à-dire sans fil.

» Il y a donc corrélation complète entre ces expériences et celles qui ont été faites à cette même date de 1894 par M. Gavey, reprises en 1899

par sir William Preece, et actuellement encore par Gavey et dont sir William Preece a dernièrement rendu compte. »

CHIMIE. — *Action de l'hydrogène sur le protosulfure de bismuth* (1). Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. Troost.

« Le protosulfure de bismuth BiS, obtenu en fondant du bismuth et du soufre en proportions convenables, est réduit par l'hydrogène quand on le chauffe dans un courant de ce gaz.

» Inversement, le bismuth fondu décompose le gaz hydrogène sulfuré.

» Si l'on fait agir les corps dans un espace dont tous les points ont la même température, les deux réactions inverses conduisent à un équilibre chimique que nous nous sommes proposé d'étudier.

» Deux cas sont à considérer : ou bien la température de l'expérience est comprise entre les points de fusion du bismuth et de son sulfure, ou bien elle est supérieure à la température de fusion de ce dernier corps. Dans le second cas, le système en équilibre se compose de deux parties séparément homogènes : un mélange d'hydrogène et d'acide sulfhydrique d'une part, un mélange de bismuth liquide et de sulfure liquide d'autre part.

» Pour étudier comment varie la composition du système gazeux avec celle du système liquide, nous avons fait agir l'hydrogène, d'abord sur des masses variables de sulfure pur, ensuite sur des mélanges en proportions connues de sulfure et de bismuth. Nous avons complété ces recherches par l'étude de l'action de l'hydrogène sulfuré sur des masses variables de bismuth.

» 1° *Action de l'hydrogène sur le sulfure de bismuth.* — Toutes nos expériences ont été faites à une température voisine de 610°. Les corps ont été chauffés dans des tubes scellés de 6^{cc} environ de capacité; la pression initiale du gaz était voisine de la pression atmosphérique.

» Après refroidissement brusque des tubes, on déterminait très exactement, d'une part, le volume du gaz qu'ils contenaient, d'autre part le volume de la portion de ce gaz non absorbable par la potasse; on pouvait calculer ainsi la valeur du rapport ρ de la masse d'hydrogène sulfuré à la masse totale. Connaissant le poids de sulfure de bismuth employé, il était aussi très facile de calculer le rapport R du poids de sulfure non décomposé au poids du mélange formé par ce corps et le bismuth mis en liberté.

(1) Institut de Chimie de Lille (Laboratoire de Chimie générale).

» Voici les nombres que nous avons obtenus pour valeurs des rapports ρ et R en faisant varier la masse de sulfure de bismuth :

Poids de BiS.	Valeurs de ρ.	Valeurs de R.
gr		
0,1	0,840	0,514
0,5	0,893	0,898
1	0,898	0,940
2	0,890	0,976
4	0,891	0,988
8	0,895	0,992

» Ces nombres font voir que, quand la concentration du mélange de sulfure de bismuth et de bismuth croît à partir de R = 0,89 et tend vers 1, le rapport ρ demeure sensiblement constant et tend vers une limite voisine de 0,893.

» 2° *Action de l'hydrogène sulfuré sur le bismuth.* — A la même température, la même méthode du refroidissement brusque nous a donné les résultats suivants :

Poids de Bi.	Valeurs de ρ.	Valeurs de R.
gr		
1	0,262	0,039
2	0,168	0,025
4	0,080	0,012

» Il est facile de voir par ces résultats que le rapport ρ tend régulièrement vers zéro quand R tend lui-même vers zéro.

» Quand le poids de bismuth est supérieur à 1gr, ρ est sensiblement proportionnel à R.

» 3° *Action de l'hydrogène sur le mélange de sulfure et de bismuth.*

» Dans ce dernier cas, le rapport ρ croît très régulièrement quand R augmente, comme on peut le voir sur les nombres suivants :

Poids		Valeurs	
de BiS.	de Bi.	de ρ.	de R.
gr	gr	gr	gr
0,2	1	0,515	0,143
0,1	0,1	0,672	0,283
0,3	0,3	0,785	0,429
0,2	0,05	0,841	0,595
0,4	0,05	0,878	0,782

» En résumé, la proportion d'hydrogène sulfuré croît très régulièrement à partir de zéro en même temps que la proportion de sulfure de bismuth et le rapport ρ tend vers le nombre 0,893 quand R tend vers 1.

» *Remarques.* — A la température de 610° l'équilibre chimique est obtenu au bout d'un temps qui ne dépasse pas vingt minutes.

» Le bismuth peut être placé dans les tubes, soit au voisinage du sul-

fure, de manière que les deux corps liquides puissent se mélanger, ou bien les deux corps peuvent être disposés, aux deux extrémités, de manière qu'ils ne puissent se mélanger à l'état liquide; on trouve dans les deux cas le même résultat.

» *Influence de la température.* — Quand la température est comprise entre les points de fusion des deux corps, ceux-ci restent séparés. On n'arrive pas à la même valeur du rapport ρ pour une même valeur de R, selon que l'on part d'un système qui renferme initialement de l'hydrogène ou que l'on part d'un système contenant de l'hydrogène sulfuré.

» Dans ce dernier cas la décomposition du gaz sulfhydrique est arrêtée par suite de la formation à la surface du bismuth d'une couche protectrice de sulfure; on a donc, quand la composition du mélange gazeux demeure invariable, un état de faux équilibre apparent. Quand, au contraire, c'est l'hydrogène qui réagit sur le sulfure, le bismuth mis en liberté quitte le morceau de sulfure et la réduction peut se continuer jusqu'à ce qu'on atteigne le véritable équilibre. Le système étudié est dans ces conditions partiellement hétérogène et la théorie de la dissociation indique que la valeur de ρ doit être indépendante des masses de sulfure et de bismuth.

» Cette conséquence se vérifie sensiblement, on a trouvé en effet à 440° les résultats suivants :

Poids		
de BiS.	de Bi.	Valeurs de ρ.
gr	gr	gr
0,2	0,2	0,618
0,3	0,2	0,628
0,5	0,0	0,613
0,4	0,08	0,603

» La réduction du sulfure est beaucoup plus lente à 440° qu'à 610°. Il faut, en effet au moins quatre-vingt-dix heures pour que l'équilibre soit établi à la première température. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les chlorobromures de thallium du type* $TlX^3, 3TlX$. Note de M. V. THOMAS, présentée par M. Moissan (¹).

« On ne sait presque rien de l'histoire des sels mixtes halogénés du thallium et le peu qu'on en sait est encore assez obscur. Je me propose

(¹) Laboratoire d'enseignement pratique de Chimie appliquée.

dans cette Note de rapporter quelques expériences relatives aux composés du type TlX^3, $3TlX$, expériences qui tendent à démontrer l'existence d'un seul chlorobromure $Tl^4Cl^3Br^3$.

» Les chlorobromures du type TlX^3, $3TlX$ peuvent être préparés :

» 1° *Par l'action du brome sur le chlorure thalleux en présence de l'eau.* — M. Jos. Meyer [1] a obtenu ainsi un composé de formule brute $Tl^5Cl^5Br^2$, représentant vraisemblablement, d'après lui, un mélange de TlCl avec un nouveau chlorobromure $Tl^4Cl^4Br^2$.

» M. Cushman [2] attribue au corps formé la formule $Tl^4Cl^4Br^2$, et dans une Note récente publiée par nous aux *Comptes rendus* [3], nous avons pour ce composé établi la formule $Tl^4Cl^3Br^3$.

» 2° *Par l'action du chlore sur le bromure thalleux en présence de l'eau.* — M. Jos. Meyer a obtenu un composé $Tl^4Br^4Cl^2$, décomposable par l'eau en donnant $Tl^4Cl^3Br^3$.

» 3° *Par l'action de* TlCl *sur* $TlBr^3$ *en solution.* — M. Jos. Meyer a obtenu $Tl^4Br^4Cl^2$; M. Cushman : $Tl^4Cl^3Br^3$.

» 4° *Par l'action de* TlBr *sur* $TlCl^3$ *en solution.* — D'après M. Jos. Meyer, il se forme $Tl^4Cl^4Br^2$; d'après M. Cushman, $Tl^4Cl^3Br^3$ [4].

» 5° *Par décomposition des chlorobromures du type* TlX^3, $3TlX$ *au contact de l'eau.* — Le chlorobromure $Tl^3Cl^2Br^4$ obtenu par M. Jos. Meyer se dédouble au contact de l'eau bouillante en donnant naissance au composé $Tl^4Cl^4Br^2$. Le chlorobromure $Tl^3Cl^4Br^2$ se dédoublerait d'une façon toute semblable.

» D'après ces travaux, il semblerait donc qu'il existe trois chlorobromures du type TlX^3, $3TlX$ correspondant respectivement aux formules :

$$Tl^4Cl^4Br^2, \quad Tl^4Cl^3Br^3, \quad Tl^4Cl^2Br^4.$$

» J'ai repris avec beaucoup de soin : 1° l'étude du produit brut provenant de la réaction du brome sur le chlorure thalleux; 2° l'étude des produits de décomposition du chlorobromure $Tl^3Cl^2Br^4$.

» L'action du brome sur le chlorure thalleux à froid et au contact de l'eau donne une poudre jaune [5] dont la composition n'est pas constante et dépend de la quantité

---

(1) *Zeit. f. An. Chemie*, **24**, p. 355 et suiv.; 1900.

(2) *Am. Chem. Journ.*, **24**, n° 3, septembre 1900.

(3) *Comptes rendus*, 26 novembre 1900.

(4) Le dérivé $Tl^4Cl^3Br^3$ ainsi obtenu est isomérique d'après M. Cushman avec celui formé à partir de $TlCl + TlBr^3$.

(5) *Voir* notre Note du 26 novembre 1900.

de brome ajoutée. Celle-ci paraît osciller entre les compositions limites $TlCl$ et $Tl^4Cl^3Br^3$. Le produit brut dissous dans l'eau cristallise en lamelles (ou en aiguilles) et les premiers dépôts ont toujours même composition $Tl^4Cl^3Br^3$. Il en est de même si l'on ajoute du brome à une dissolution chaude et concentrée de chlorure thalleux. Les lamelles se produisent immédiatement ou par refroidissement et correspondent à $Tl^4Cl^3Br^3$.

» Il nous paraît par suite tout à fait probable que les composés signalés par M. Jos. Meyer et par M. Cushman ne représentent que des mélanges plus ou moins riches du chlorobromure $Tl^4Cl^3Br^3$ avec $TlCl$ ou peut-être Tl^2Cl^3.

» Pour étudier la décomposition du composé $Tl^3Cl^2Br^4$ par l'eau, nous avons placé 15gr de ce corps en présence de 500gr d'eau froide. La décomposition se produit immédiatement. Il se forme une poudre jaune tout à fait comparable à celle obtenue à partir de $TlCl + Br$. Afin de faciliter la décomposition totale, cette poudre est triturée au contact de l'eau pendant un certain temps, après quoi on la recueille; elle représente en poids un peu plus de la moitié du produit dont on est parti.

» Les analyses de ce corps ont donné :

Br................	18,80	19,15
Cl................	9,80	10,47

c'est-à-dire des nombres tout à fait analogues à ceux fournis par le produit de bromuration du chlorure thalleux.

» Si l'on dissout ce produit brut dans l'eau chaude, il se sépare, à la surface du liquide, une très légère pellicule blanchâtre qui paraît constituée en grande partie par du bromure mélangé avec une petite quantité de chlorobromure. Les analyses donnent, en effet :

	Pour 100.	Calculé pour Tl Br.
Br................	23,03	28,16
Cl................	4,76	0,00
AgBr + AgCl.......	74,00	66,19

» La solution laisse déposer des lamelles hexagonales (quelquefois des aiguilles groupées en forme de fougère) colorées fortement en rouge, mais au fur et à mesure que la température de la solution s'abaisse, la coloration de ces cristaux vire à l'orange. On les recueille à différentes températures et on les sèche. Après un certain espace de temps, quelquefois très court, la coloration est nettement orangée et l'on ne saurait distinguer ce corps de celui obtenu en prenant pour point de départ le chlorure thalleux et le brome. Les analyses montrent que les deux produits sont identiques :

	Premier dépôt.	Second dépôt.	Calculé pour $Tl^4Cl^3Br^3$.
Br.............	20,33	20,44	20,65
Cl.............	9,35	9,11	9,15

» La présence dans le dépôt d'aiguilles hexagonales n'en change pas la composition. La formule de décomposition du corps $Tl^3Cl^2Br^4$ en $Tl^4Cl^3Br^3$ pouvait donc être représentée par l'équation

$$2Tl^3Cl^2Br^4 = Tl^4Cl^3Br^3 + [Tl^2 + Cl + Br^5] \text{ en solution.}$$

» De nos recherches, nous concluons que si les chlorobromures $Tl^4Cl^4Br^2$ et $Tl^4Cl^2Br^4$ existent, ce qui nous paraît douteux, ils ne sont pas stables et se dédoublent par cristallisation en donnant $Tl^4Cl^3Br^3$. Ce chlorobromure est, par suite, celui qui se forme très régulièrement lorsque, en présence d'une quantité d'eau suffisante, se trouvent en même temps en solution, sous forme de sel halogéné, du chlore, du brome et du thallium. Lorsque, au contraire, la solution est concentrée et suffisamment riche en composés thalliques, les chlorobromures qui se forment sont différents et paraissent appartenir au type TlX^3TlX. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons du bromure de bore avec les chlorures de phosphore* (¹). Note de M. **Tarible**, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons antérieurement indiqué les composés résultant de l'action du bromure de bore sur les bromures de phosphore (²). Depuis, nous avons fait réagir le bromure de bore sur les chlorures de phosphore et nous avons obtenu des corps nouveaux que nous décrirons dans la présente Note.

» *Composé* $PCl^3, 2BoBr^3$. — En versant du bromure de bore sur du trichlorure de phosphore contenu dans un tube à essai, nous avons constaté la formation instantanée d'un composé blanc, cristallin, avec un notable dégagement de chaleur.

» Afin d'observer dans quelles proportions s'effectuait la combinaison, nous avons fait agir dans trois ballons parfaitement séchés des quantités de bromure et de trichlorure bien déterminées.

» Dans l'un, des poids proportionnels correspondant à une molécule de bromure de bore pour une molécule de trichlorure de phosphore;

» Dans l'autre, des poids de matières représentant deux molécules de trichlorure pour une de bromure;

» Et dans le troisième, des poids correspondant à deux molécules de bromure pour une de trichlorure.

» Dans les deux premières expériences, nous avons observé une élévation notable de température et la formation instantanée d'un précipité nettement cristallin.

» Dans le troisième cas, la réaction a paru plus vive encore et, par refroidissement, le tout se prit en masse cristalline.

» Enfin, un quatrième essai, où trois molécules de bromure de bore correspondaient

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Henri Moissan.

(²) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1521.

à une de trichlorure de phosphore, donna lieu aux mêmes remarques que dans le cas précédent avec, en plus, la présence d'une partie liquide absolument incolore.

» Ces observations nous faisant entrevoir la possibilité d'isoler des composés obtenus dans ces diverses expériences, nous avons décanté les parties liquides, essoré les cristaux dont nous avons complété la dessiccation par un courant de gaz carbonique.

» Ces cristaux, recueillis séparément dans des ampoules en verre, furent soumis à l'analyse, qui nous fournit les chiffres suivants :

Expériences.	1.	2.	3.	4.	Théorique pour $PCl^3, 2BoBr^3$.
Phosphore	4,96	4,89	4,68	4,53	4,84
Chlore	16,05	16,98	17,02	16,10	16,66
Brome	74,27	75,34	75,42	74,85	75,06
Bore (non dosé)	»	»	»	»	3,44

» On voit que ces résultats concordent très approximativement avec les données théoriques pour $PCl^3, 2BoBr^3$.

» Le composé $PCl^3, 2BoBr^3$ est incolore, cristallisé, fondant vers 58°, se sublimant à partir de 40° et se dissociant avant d'atteindre la température d'ébullition.

» Il est soluble dans ses deux générateurs, dans le sulfure de carbone et le chloroforme; insoluble dans l'huile de vaseline et l'éther de pétrole.

» Il fume à l'air; l'eau le décompose rapidement avec dégagement de chaleur et production des acides phosphoreux, borique, bromhydrique et chlorhydrique.

» Dans un courant d'hydrogène, il se sublime vers 30° et se dissocie partiellement au delà de 50°.

» Il est attaqué au rouge par l'oxygène.

» Le soufre ne réagit pas au-dessous de la température de dissociation de ce composé.

» Le gaz ammoniac est absorbé avec un grand dégagement de chaleur et donne un composé blanc cristallin.

» Les composés organiques, carbures, éthers, alcools, acides, réagissent énergiquement sur $PCl^3, 2BoBr^3$.

» Nous avons fait cristalliser ce chlorobromure dans un excès de bromure de bore, et l'analyse n'a révélé aucun changement dans sa composition.

» Dans le trichlorure de phosphore, il se dissout avec facilité, et, quoique les cristaux n'aient plus la belle apparence qu'ils présentent dans le bromure de bore, la formule n'a pas changé.

» Ce qui nous permet de conclure que, à la température ordinaire, $BoBr^3$ et PCl^3 ne forment que la seule combinaison stable $PCl^3, 2BoBr^3$.

» *Composé* $PCl^5, 2BoBr^3$. — Le bromure de bore, en présence du pentachlorure de phosphore, ne donne lieu à aucune réaction à la température ordinaire, mais, en tube scellé et vers 150°, on constate la formation de cristaux jaunes d'apparence plus denses que ceux du pentachlorure.

» Nous avons tenté de nouvelles expériences en variant les proportions comme dans

le cas précédent. Nous avons obtenu un nouveau corps d'une stabilité plus grande et, par suite, d'une manipulation plus facile que le précédent. L'analyse des cristaux nous a donné les résultats suivants :

Expériences.	1.	2.	3.	4.	Théorique pour $PCl^5, 2BoBr^3$.
Phosphore.......	4,23	4,48	5,19	4,25	4,36
Chlore..........	25,71	25,02	24,72	25,38	24,98
Brome..........	67,81	67,12	66,99	67,32	67,56
Bore (non dosé)...	»	»	»	»	3,09

» C'est un corps cristallisé, parfaitement incolore; la coloration jaune pâle observée au moment de sa formation disparaît lorsqu'on le fait cristalliser dans le bromure de bore et est probablement due à des traces de chlore provenant du perchlorure de phosphore.

» Il fond vers 151° avec un commencement de décomposition. Il se sublime à partir de 100°, à la pression normale. Il est soluble dans le bromure de bore, le sulfure de carbone, insoluble dans l'huile de vaseline et l'éther de pétrole.

» Il fume à l'air humide et est rapidement décomposé par l'eau en donnant les acides borique, phosphorique, chlorhydrique et bromhydrique.

» Dans un courant d'hydrogène, nous n'avons constaté qu'un entraînement de vapeurs, et, si l'on élève la température, le corps se sublime sans décomposition.

» L'oxygène ne l'altère qu'au rouge.

» Le soufre est sans action sur $PCl^5, 2BoBr^3$ au-dessous de la température de dissociation de ce corps.

» Le gaz ammoniac est absorbé en produisant une forte élévation de température et donnant une poudre blanche amorphe. Les composés organiques se comportent envers $PCl^5, 2BoBr^3$ comme avec $PCl^3, 2BoBr^3$.

» Une nouvelle cristallisation de ce corps dans un excès de bromure de bore n'ayant apporté aucun changement dans sa composition, nous en avons conclu que, dans les conditions où nous nous sommes placé, le bromure de bore ne donne avec le pentachlorure de phosphore que le composé stable $PCl^5, 2BoBr^3$.

» En résumé, le bromure de bore en présence des chlorures de phosphore réagit avec la plus grande facilité pour donner des combinaisons doubles. Les corps ainsi obtenus sont parfaitement cristallisés et se décomposent à froid par l'eau, le chlore et le gaz ammoniac. Toutefois, leurs formules sont différentes de celles qu'on obtient avec les bromures de phosphore. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau mode de préparation des hydrates de peroxyde de sodium et leurs propriétés.* Note de M. **George-F. Jaubert**, présentée par M. H. Moissan.

« Comme on le sait, le peroxyde de sodium, sous l'action de peu d'eau, se décompose violemment en donnant un dégagement d'oxygène et un résidu qui n'est autre chose que de la soude caustique. Un dégagement de chaleur considérable accompagne cette réaction et, suivant les conditions de l'expérience, la température peut monter bien au-dessus de 100°.

» L'équation suivante montre qu'il suffit de 18 parties d'eau pour décomposer 78 parties de peroxyde :

$$Na^2O^2 + H^2O = 2NaOH + O.$$

» J'ai trouvé qu'une réaction tout autre prend naissance, si l'on expose simplement le peroxyde de sodium à l'action de l'air humide et privé d'acide carbonique ([1]). Dans ce cas, la quantité d'eau absorbée par le peroxyde de sodium peut dépasser de beaucoup la quantité théoriquement nécessaire à sa décomposition. Tandis que 25gr d'eau versés goutte à goutte sur 100gr de peroxyde de sodium amènent une décomposition à peu près totale, on peut facilement, en employant la vapeur d'eau, à froid, dans les conditions indiquées ci-dessous, faire absorber à cette même quantité de peroxyde de sodium jusqu'à 200 et même 225 parties d'eau sans remarquer aucune décomposition, c'est-à-dire aucun dégagement appréciable d'oxygène et aucune déliquescence.

» J'ai fait des expériences très précises en mettant sous cloche, à une température uniformément constante de 13°,5, deux capsules, l'une contenant de l'eau, l'autre du peroxyde de sodium. La cloche, qui mesurait 3062cc, était en communication avec un tube gradué en centimètres cubes et destiné à recueillir les gaz, c'est-à-dire l'oxygène, au cas où il s'en dégagerait.

» Du peroxyde de sodium (50gr) abandonné pendant plus de cent heures sous cette cloche ne donna lieu à *aucun* dégagement gazeux ; son poids, par contre, augmenta de près du tiers : il s'était transformé en un hydrate.

» Voici le compte rendu d'un autre essai : le 22 février 1899, 10gr de peroxyde de sodium sont placés dans une capsule tarée, cette dernière est mise dans un exsiccateur

---

([1]) George-F. Jaubert, *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 35.

à acide sulfurique rempli d'eau, et muni d'un manomètre de façon à pouvoir surveiller de l'extérieur l'augmentation de pression qui résulterait de la décomposition du peroxyde. Au bout de vingt-quatre heures, la pression initiale n'a pas varié, mais le peroxyde pèse 13gr,600, il s'est transformé en une masse d'un blanc pur, friable et ressemblant à de la neige.

» Le Tableau suivant résume l'augmentation de poids observée :

Date.	Augmentation de poids.
	gr
22.2.1899	10,00
23.2. 99	13,60
25.2. 99	16,30
26.2. 99	22,25
27.2. 99	25,60
28.2. 99	27,50
5.3. 99	32,50 (1)

» Comme on peut arrêter l'hydratation à un moment quelconque, on obtient facilement par ce procédé, avec un excellent rendement et sans passer à aucun moment par des solutions, les hydrates déjà connus : $Na^2O^2 + 2H^2O$ et $Na^2O^2 + 8H^2O$, ainsi que des hydrates intermédiaires encore inconnus.

» J'ai étudié particulièrement l'hydrate $Na^2O^2 + 8H^2O$, qui a été préparé en grandes quantités. Il se présente sous forme d'une masse neigeuse d'un blanc pur tandis que Na^2O^2 anhydre est jaune.

» Il se dissout très facilement dans l'eau, à la température ordinaire et sans donner lieu à aucun dégagement d'oxygène. Il est moins soluble dans l'eau glacée. On peut utiliser cette propriété pour le faire cristalliser. On l'obtient alors en paillettes nacrées ressemblant à l'acide borique et auxquelles l'analyse assigne bien la composition $Na^2O^2 + 8H^2O$.

» L'hydrate de bioxyde de sodium se dissout dans l'eau avec un grand abaissement de température grâce à la chaleur de fusion de ses huit molécules d'eau de cristallisation. Même dans les acides assez concentrés, il se dissout sans notable élévation de température en donnant des solutions d'eau oxygénée d'une stabilité remarquable.

» L'hydrate de bioxyde de sodium lui-même est très stable à froid, j'en ai conservé sans altération (sauf une très légère perte d'oxygène) pendant plus de six mois, mais dès que la température s'élève, déjà entre 30° et 40°, il subit une décomposition partielle qni se traduit par un dégagement d'oxygène en même temps que l'hydrate tombe en déliquescence. Vers 80°-100° la décomposition est totale.

---

(1) Le chiffre 32,50 représente une augmentation de poids de plus du triple, c'est-à-dire environ $Na^2O^2 + 10H^2O$, mais il semble qu'on approche de la limite de décomposition, l'hydrate de peroxyde de sodium commençant à devenir pâteux.

» L'hydrate de peroxyde de sodium, que chacun peut préparer facilement au laboratoire avec un rendement qui peut être théorique, permet de préparer instantanément des solutions d'eau oxygénée chimiquement pure et de toutes concentrations jusqu'à 30 volumes-35 volumes. Il trouvera certainement des applications dans l'analyse chimique des substances minérales où il peut remplacer presque partout l'eau oxygénée, qu'il est difficile de se procurer à l'état chimiquement pur. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Détermination des chaleurs latentes de vaporisation de quelques substances de la Chimie organique.* Note de M. **W. Louguinine.**

« Les expériences dont je donne les résultats dans cette Note forment la continuation de recherches sur les chaleurs latentes de vaporisation que j'ai entreprises il y a quelques années déjà et dont les résultats ont été publiés dans les *Annales de Chimie et de Physique* (7e série, t. III et t. XIII), ainsi que dans les *Archives des Sciences naturelles de Genève* (4e période, t. IX).

» Le mode de purification des substances étudiées, la méthode d'expérimentation et le calcul des résultats obtenus sont les mêmes que ceux déjà indiqués.

» J'ai déterminé les quantités de chaleur dégagées dans le calorimètre par les vapeurs qui s'y condensaient et par l'abaissement de température des liquides ainsi formés depuis la température de leur condensation jusqu'à la température de l'eau du calorimètre (voisine de 20°).

» J'ai également déterminé la chaleur spécifique des substances étudiées entre des températures voisines de leur point d'ébullition et la température ambiante; et les variations des températures d'ébullition des substances étudiées correspondant aux variations des pressions. Ces données m'étaient indispensables pour les calculs des chaleurs latentes de vaporisation. Je ne donne ici que les valeurs des chaleurs spécifiques et des chaleurs latentes de vaporisation calculées à l'aide des données indiquées.

A. — *Chaleurs spécifiques des substances étudiées.*
(Expériences faites à l'aide de mon étuve mobile.)

» 1. *Aniline.* — Chaleur spécifique prise entre 176°,5 et 20°,5 à peu près : 0,5485.

» Moyenne de 3 expériences, dont l'expérience extrême diffère de 0,16 pour 100.

» 2. *Méthyléthylacétoxime.* — Chaleur spécifique prise entre 151°,5 à peu près et 21°,9 : 0,6503.

» Moyenne de 3 expériences, dont l'expérience extrême diffère de 0,30 pour 100.

» 3. *Anisol.* — Chaleur spécifique prise entre 151°,7 et 20° à peu près : 0,4806.

» Moyenne de deux expériences qui diffèrent de cette moyenne de 0,12 pour 100.

» 4. *Butyronitrile.* — Chaleur spécifique prise entre 113°,3 et 21° à peu près : 0,5471.

» Moyenne de deux expériences qui diffèrent de cette moyenne de 0,04 pour 100.

B. — *Chaleur latente de vaporisation des substances étudiées.*

» 1. *Aniline :* 104,17. — Moyenne de trois expériences dont l'expérience extrême diffère de 0,59 pour 100.

» La valeur tirée de la formule Trouton $\frac{MS}{T} = 21,19$.

» On peut en conclure que la molécule liquide de l'aniline n'est pas sensiblement polymérisée.

» 2. *Méthyléthylacétoxime :* 115,73. — Moyenne de trois expériences dont l'expérience extrême diffère de 0,41 pour 100.

» La formule Trouton donne pour cette substance la valeur 23,7, considérablement supérieure à celle trouvée pour les substances dont la molécule a été reconnue non polymérisée, et cela comme résultat de recherches exécutées au moyen de différentes méthodes.

» Les expériences faites jusqu'à présent sur les acides et les alcools indiquent que la présence du groupe OH correspond à une polymérisation de la molécule liquide. Mes recherches faites sur la chaleur latente de vaporisation du méthyléthylacétoxime avaient pour but de voir si le même effet se produit quand l'oxhydrile est uni à l'azote; elles semblent indiquer que, dans ce cas également, la présence de OH amène une polymérisation de la molécule liquide et que par conséquent la présence de ce groupe correspond à une polymérisation de la molécule liquide, quelle que soit la manière dont il y entre.

» 3. *Anisol :* 80,30. — Moyenne de trois expériences dont l'expérience extrême diffère de 0,50 pour 100.

» La formule Trouton donne 20,58.

» La molécule liquide n'est par conséquent pas polymérisée, ce qui, d'après les résultats obtenus jusqu'à présent, était à prévoir, l'anisol ne contenant pas le groupe OH.

4. *Butyronitrile :* 115,25. — Moyenne de deux expériences qui diffèrent de cette moyenne de 0,45 pour 100.

» La valeur tirée de la formule Trouton = 20,37.

» D'après les données déjà obtenues, je suis arrivé à la conclusion que la molécule liquide de cette substance n'est pas polymérisée. Il en est de même, d'après mes recherches précédentes, pour les quatre autres nitriles que j'ai étudiés, c'est-à-dire pour l'acétonitrile, le propionitrile, le capronitrile et le benzonitrile. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du nitrate d'uranium.* Note de M. ŒCHSNER DE CONINCK [1].

« J'ai déterminé les densités de quelques solutions du nitrate d'uranium dans les acides azotique et sulfurique étendus; ensuite, j'ai mesuré sa solubilité dans l'alcool méthylique tout à fait pur (régénéré de l'oxalate de méthyle); dans l'éther ordinaire; dans l'acétate d'éthyle, et dans l'acide formique concentré.

Densités des solutions du nitrate d'uranium dans l'acide azotique ($d = 1,153$).

Températures.	Quantité pour 100 de sel dissous.	Densité par rapport à l'acide.	Densité par rapport à l'eau.	
+11°	1	1,0043	1,1585	»
+11,8	2	1,0068	1,1614	»
+11,3	3	1,0110	1,1663	»
+12	4	1,0156	1,1698	»
+11,6	5	1,0212	1,1751	»

Densités des solutions du nitrate d'uranium dans l'acide sulfurique ($d = 1,138$).

Températures.	Quantité pour 100 de sel dissous.	Densité par rapport à l'acide.	Densité par rapport à l'eau.	
+11°,2	1	1,0044	1,1427	»
+11,8	2	1,0063	1,1450	»
+10,7	3	1,0117	1,1511	»
+12	4	1,0140	1,1540	»
+11,4	5	1,0173	1,1576	»

» *Solubilité dans l'alcool méthylique très pur.* — L'alcool méthylique employé dans ces expériences avait été régénéré de l'oxalate de méthyle. Les expériences ont été faites aux températures de +11°,5, +10°,6, +11°,2; j'ai trouvé, comme résultat moyen de mes trois déterminations, qu'une partie de nitrate d'uranium se dissout dans 23,5 parties d'alcool méthylique parfaitement pur.

(1) Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

» Ce résultat explique d'une manière satisfaisante les résultats que j'ai obtenus en mesurant la solubilité du nitrate d'uranium dans les alcools méthyliques du commerce (voyez ma précédente Note); plus un alcool méthylique commercial renfermera d'acétone, moins il dissoudra du sel.

» *Solubilité dans l'éther ordinaire.* — Ici encore, les résultats varient suivant que les échantillons d'éther ordinaire employés renferment plus ou moins d'alcool et d'eau. J'ai fait trois expériences, aux températures de +11°,9; +12°,4; +12°,7, avec un éther qui avait été déshydraté par un excès de chaux vive; j'ai trouvé que une partie de nitrate d'uranium, desséché pendant quatre heures vers 85°-90°, se dissout dans 16 parties du véhicule ainsi purifié.

» *Solubilité dans l'acétate d'éthyle pur.* — Les expériences ont été faites à +10°,3 et à +10°,7; 1 partie de nitrate d'uranium se dissout dans 18,4 parties d'éther acétique pur.

» *Solubilité dans l'acide formique concentré.* — Les expériences ont été exécutées à +15°,4, +15°,6 et +15°; 1 partie de nitrate d'uranium se dissout dans 5,3 parties d'acide formique concentré.

» Je continue ces recherches. »

CHIMIE ANIMALE. — *De l'action oxydante du persulfate d'ammoniaque sur quelques principes immédiats de l'organisme.* Note de M. L. **Hugounenq**, présentée par M. Armand Gautier.

« Quand M. Berthelot découvrit l'acide persulfurique, il fit connaître les propriétés oxydantes très remarquables de ce composé. Depuis quelque temps, plusieurs persulfates alcalins sont devenus des produits commerciaux; ils offrent, comme sources d'oxygène actif, certains avantages. C'est ce qui m'a déterminé à étudier leur action sur des substances d'origine animale.

» I. *Acide urique.* — L'acide urique est oxydé à froid par le persulfate d'ammoniaque.

» Si l'on met en présence 1 partie d'acide urique et 4 parties de persulfate pour 12 parties d'eau, à la température ordinaire, et, mieux encore, à l'étuve à 36°, l'acide urique disparaît complètement au bout de sept à huit jours. Il se forme de l'acide allanturique, de l'urée et du glycocolle.

» En présence d'un excès d'alcali, l'action oxydante du persulfate est beaucoup plus énergique. En faisant agir peu à peu 20 parties de ce sel sur 6 parties d'acide urique et 30 parties d'ammoniaque, la température s'élève,

une vive effervescence se produit, le liquide jaunit et devient limpide; tout l'acide urique a disparu. De la liqueur filtrée on peut séparer :

» 1° Une petite quantité de guanine (1 à 3 pour 100 environ de l'acide urique employé). La guanine a été caractérisée par toutes ses réactions et par le dosage de l'azote : elle préexistait dans les échantillons d'acide urique que j'ai employés. L'acide urique du guano retient toujours un peu de guanine dont il est très difficile de le débarrasser.

» 2° Un sel ammoniacal blanc, mal cristallisé, instable et que l'analyse a caractérisé comme étant de l'allanturate d'ammoniaque.

» Dans les eaux mères de ce sel, on rencontre également une petite quantité d'oxalate d'ammoniaque.

» 3° Après séparation de la majeure partie du sulfate d'ammoniaque, l'alcool extrait du résidu final un corps en gros prismes transparents solubles, que toutes ses propriétés, aussi bien que sa teneur en azote, permettent d'identifier avec l'*urée*.

» Pour 100 parties d'acide urique attaqué, on obtient, en moyenne, 42 parties d'urée et 27 ou 28 parties d'allanturate d'ammoniaque.

» En résumé, l'acide persulfurique, en milieu alcalin, oxyde l'acide urique à la façon des peroxydes de plomb, de manganèse, du permanganate et du ferricyanure de potassium, de l'ozone : il se forme de l'allantoïne qui se détruit aussitôt, en donnant de l'urée et de l'acide allanturique :

$$\underset{\text{Allantoïne.}}{C^4H^6Az^4O^3} + H^2O = \underset{\text{Urée.}}{CH^4Az^2O} + \underset{\text{Ac. allanturique.}}{C^3H^4Az^2O^3}$$

» Si l'on diminue la proportion de persulfate, afin d'obtenir l'allantoïne elle-même et non ses produits de destruction, la réaction devient difficile : la majeure partie de l'acide urique reste inattaquée.

» II. La *bilirubine* en solution alcaline est transformée instantanément par le persulfate d'ammoniaque en biliverdine, et c'est même là le procédé de préparation le plus simple et le plus commode d'obtenir ce dernier pigment; en même temps qu'un caractère analytique de la bilirubine.

» III. L'*hématine* en solution ammoniacale est attaquée déjà à froid. Au bout de deux ou trois minutes d'ébullition, la liqueur, noire à l'origine, apparaît incolore et abandonne des flocons de peroxyde de fer.

» Il serait très facile d'appliquer cette réaction au dosage du fer dans l'hématine, et sans doute aussi dans l'hémoglobine et les nucléines ferrugineuses.

» IV. Le *sang*, dilué et additionné d'un excès d'ammoniaque, est détruit et décoloré en quelques heures, à froid, par le persulfate d'ammoniaque. On obtient une liqueur jaune clair et un faible dépôt ocreux. Ce résultat est réalisé à chaud en quelques minutes, les albumines forment alors un coagulum incolore surnageant un liquide jaunâtre peu coloré.

» Je me propose de poursuivre l'étude des produits formés dans la destruction de l'hématine par les persulfates alcalins, et de rechercher le mode d'action de ces sels sur les matières albuminoïdes, qu'ils attaquent également. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la structure des plantes vasculaires.* Note de M. G. Chauveaud, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

» Afin d'interpréter la structure des plantes vasculaires, prenons pour point de départ la racine en rappelant comment elle se constitue :

» 1° Dans le parenchyme fondamental d'apparence homogène apparaissent d'abord les premiers tubes criblés disposés suivant des arcs. Entre ces arcs se différencient ensuite un premier vaisseau étroit, puis en dedans de lui un second vaisseau plus large, et ainsi de suite; l'ensemble de ces vaisseaux à développement centripète constitue le protoxylème, qui caractérisera pour nous la *structure primaire*.

» 2° D'autres tubes criblés se forment en dedans des premiers; d'autres vaisseaux se différencient aux dépens de cellules déjà existantes et cela de part et d'autre à partir des derniers vaisseaux de protoxylème, de proche en proche, marchant ensuite à la rencontre des tubes criblés en direction centrifuge. Les vaisseaux ainsi produits constituent le métaxylème, qui caractérisera pour nous la *structure intermédiaire*.

» 3° Enfin les cellules situées entre les derniers vaisseaux de métaxylème et les derniers tubes criblés deviennent génératrices et produisent en dehors de nouveaux tubes criblés à développement centripète, en dedans de nouveaux vaisseaux à développement centrifuge. L'ensemble de ces éléments constitue les formations secondaires, qui caractériseront pour nous la *structure secondaire*.

» Passons maintenant à la feuille. Choisissons pour exemple une plantule de Radis et suivons le développement à la base du cotylédon.

» 1° Dans le parenchyme, homogène d'abord, apparaissent les premiers

tubes criblés disposés suivant deux arcs. Entre ces arcs se différencient ensuite un premier vaisseau étroit, puis, en dedans de lui, un second plus large, puis un troisième. Ces vaisseaux sont la continuation directe du protoxylème de la racine et, comme ils ont même situation et même mode de développement, ils répondent bien à la définition du protoxylème.

» 2° D'autres tubes criblés se forment en dedans des premiers, puis d'autres vaisseaux se différencient aux dépens de cellules déjà existantes et cela de part et d'autre à partir du protoxylème, de proche en proche, marchant ensuite à la rencontre des tubes criblés en direction centrifuge. Ces vaisseaux représentent là le métaxylème.

» 3° Enfin, entre les derniers vaisseaux de métaxylème et les derniers tubes criblés, les cellules deviennent génératrices et produisent en dehors de nouveaux tubes criblés à développement centripète, en dedans de nouveaux vaisseaux à développement centrifuge, dont l'ensemble constitue bien les formations secondaires.

» Nous trouvons donc à la base de ce cotylédon les mêmes formations que dans une racine. La différence consiste en une réduction du protoxylème et une succession plus rapide des diverses structures. Cette différence s'atténue peu à peu si l'on descend du cotylédon à travers la tigelle, et l'on arrive sans autre changement jusqu'à la racine. Si l'on va, au contraire, de la base du cotylédon vers l'extrémité du limbe, cette différence s'accentue; le protoxylème se réduit de plus en plus et bientôt cesse complètement; le métaxylème, à son tour, se réduit et les formations secondaires apparaissent beaucoup plus tôt.

» Les trois structures que nous venons de voir superposées dans le cotylédon du Radis se rencontrent rarement dans la tige et surtout dans la feuille, parce que l'arrêt de développement du protoxylème se fait à un niveau plus bas dans le corps de la plupart des plantes. La région dans laquelle s'effectue cet arrêt de développement coïncide d'ordinaire avec ce que l'on appelle *la région de passage de la racine à la tige*. Au-dessus de cette région, le développement dans la tige ou la feuille se fait de la manière suivante :

» Dans le parenchyme fondamental, d'apparence homogène d'abord, certaines cellules se cloisonnent activement, formant des îlots d'éléments plus étroits. Au bord externe de ces îlots apparaissent les premiers tubes criblés ; au bord interne se différencient un premier vaisseau étroit, puis un second vaisseau plus large, situé en dehors du premier, c'est-à-dire en

direction centrifuge puisqu'il s'agit de métaxylème ou de formations secondaires. De nouveaux tubes criblés se forment par voie centripète, de nouveaux vaisseaux par voie centrifuge et la différenciation se poursuit aux dépens des formations secondaires, dont l'apparition peut être plus ou moins hâtive.

» *Remarque.* — Qu'ils appartiennent au protoxylème, au métaxylème ou aux formations secondaires, les premiers vaisseaux différenciés dans une région considérée présentent un diamètre croissant de l'un à l'autre dans chaque file. Cet accroissement de diamètre est proportionnel à l'intensité de la circulation. Les mêmes causes physiologiques impriment à ces différents faisceaux une ressemblance si grande qu'on les regardait jusqu'ici comme des formations identiques. Leur orientation inverse s'expliquait à l'aide d'une rotation dans la région de passage de la racine à la tige. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la fluorine odorante à fluor libre du Beaujolais.* Note de M. **Jules Garnier**, présentée par M. de Lapparent.

« Il existe, dans le canton de Beaujeu (Rhône), de nombreux filons de spath fluor. Vers 1874, nous gravissions, à travers champs, le flanc sud de la montagne dite d'*Avenas*, dont la crête, à peu près horizontale, est à 750^m environ d'altitude et se dirige depuis la ville de Beaujeu, à l'ouest, jusqu'au bourg de Villié, à l'est; notre attention fut attirée par l'affleurement d'un filon en relief sur le sol; ce filon était un mélange de quartz, de sulfate de baryte, de fluorine; quelques rares grenats en petits cristaux s'y distinguaient aussi à la loupe : ce filon semblait s'enfoncer à peu près verticalement dans les granits et les amphibolites de la contrée.

» La fluorine était d'un violet très foncé, tirant sur le bleu sombre; elle se montrait en petits cristaux plus ou moins rapprochés, formant parfois de petites zones compactes; ces zones, surtout, avaient la curieuse particularité d'exhaler une odeur toute spéciale assez forte, surtout après frottement sur une pointe d'acier; cette odeur m'était inconnue, pourtant elle se rapprochait pour moi de celle du phosphore. Au Muséum de Paris, on ne put me renseigner et j'y laissai un échantillon de la grosseur d'un œuf de poule, comme provenant de Quincié, commune limitrophe que j'habitais; c'est ce qui explique l'erreur d'origine commise jusqu'ici par les minéralogistes.

» Quelques années plus tard, je lus dans les *Comptes rendus* de l'Académie que M. Moissan avait trouvé du fluor libre dans une fluorine; je sus ensuite que cette fluorine provenait de mon échantillon et que des recherches avaient été faites, mais sans succès, dans le Beaujolais, par un savant, pour trouver le gisement primitif. J'ai donc pensé intéressant pour la Science de repérer exactement ce filon à fluor libre et d'en publier la situation exacte : ce filon affleure sur la commune de Lantignié, au nord de deux maisons bien connues, celle de M. Mital à l'est et celle de M. de Billy à l'ouest; il s'aligne N.N.O.-S.S.E., dans la direction d'une ligne passant au sud par la tour du château de Thulon et le clocher du village de Cercié. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le Neomylodon et l'animal mystérieux de la Patagonie.* Note de M. **André Tournouër**, présentée par M. Albert Gaudry.

« On a beaucoup discuté, depuis quelque temps, sur le Néomylodon et sur l'animal mystérieux de la Patagonie.

» J'ai habité plusieurs années la République Argentine et, à deux reprises différentes, j'ai fait des explorations dans l'intérieur de la Patagonie australe pour recueillir des Mammifères fossiles que j'ai donnés au Muséum d'Histoire naturelle. Je demanderai prochainement à l'Académie la permission de lui présenter une Note sur ces animaux de types extraordinaires que j'étudie en ce moment avec mon savant maître M. Albert Gaudry.

» Mes voyages m'ont permis d'obtenir auprès des Indiens quelques renseignements sur le fameux *Hymché* (le Néomylodon, pour F. Ameghino) mais la terreur superstitieuse qu'il leur inspire est telle, qu'il est difficile de démêler la vérité des légendes que leur imagination a créées. Je ne relaterai ici que deux faits, qui m'ont convaincu de l'existence d'un animal nouveau dans ces parages.

» Étant un soir à l'affût sur le bord d'un rio de l'intérieur auprès duquel j'avais établi mon campement, j'ai vu émerger, au milieu du courant, la tête d'un animal de la grosseur de celle d'un grand puma. Je lui envoyai une balle; l'animal plongea et ne reparut plus.

» Autant que j'ai pu le distinguer à la nuit tombante, sa tête ronde avait

le pelage brun foncé; les yeux étaient entourés de poils jaune clair, s'allongeant en un trait fin vers l'oreille, sans pavillon externe.

» J'en fis la description à l'Indien qui me servait de guide; il sembla très effrayé et m'assura que j'avais vu le mystérieux *Hymché*.

» Je fus obligé de continuer ma route ; mais, sur un banc de sable de la rivière, à quelques kilomètres plus loin, mon Indien me montra de grandes empreintes ressemblant à celles d'un félin et qu'il m'assura être celles du *Hymché*. »

M. A. Breyde adresse, de La Hulpe (Belgique), une Note intitulée « Explosion à distance et sans fil ».

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Mascart, Sebert.)

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 janvier 1901.

(*Suite.*)

A summary of chapter XV of « The Romance of the Heavens », by professor Bickerton. Londres, s. d.; 1 fasc. in-18°.

Bibliotheca da Universidade de Coimbra : Catalogo methodico. Coïmbre, typ. F.-França Amando, 1900; 1 fasc. in-8°.

Annuario da Universidade de Coimbra, anno lectivo de 1898-1899. Coïmbre, 1899; 1 vol. in-8°.

Rapporto annuale dello I. R. Osservatorio astronomico-meteorologico di Trieste per l'anno 1897, redatto da Edoardo Mazelle. Trieste, 1900; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de l'Université impériale de la Nouvelle-Russie, t. LXXX. Odessa, 1900; 1 vol in-8°. (En langue russe.)

Annalen der Schweizerischen meteorologischen Central-Anstalt, 1898; 35ter Jahrgang. Zürich; 1 vol. in-4°.

Zeitschrift für das Landwirthschaftliche Versuchswesen in Oesterreich; IV. Jahrgang, Heft 1, januar 1901. Vienne-Pest-Leipzig, A. Hartlebens, 1 fasc. in-8°.

Wiener klinische Wochenschrift, Organ der k. k. Gesellschaft der Aertze in Wien; XIV. Jahrg., Nr. 1, 3 Jänner 1901. Vienne, Wilhelm Braumueller; 1 fasc. in-4°.

The Geographical Journal, including the « Proceedings of the Royal Geographical Society »; vol. XVII, n° 1, january 1901. Londres, Edward Stanford; 1 fasc. in-8°.

Pharmaceutical Journal, established 1841, *a weekly record of Pharmacy and allied Sciences,* IV series, vol. XII, n° 1593, 5 january, 1901. Londres, 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 JANVIER 1901.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiées par ordre du Ministre de la Guerre; t. XXXVI. Paris, Vve Rosier, 1900; 1 vol. in-8°.

Annales médico-psychologiques, journal destiné à recueillir tous les documents relatifs à l'aliénation mentale, aux névroses et à la médecine légale des aliénés; rédacteur en chef : Dr ANT. RITTI; 8e série, t. XIII, 59e année; n° 1, janvier-février 1901. Paris, Masson et Cie, 1901; 1 fasc. in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie; t. LIII, n° 1, janvier 1901. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Marseille-médical; directeur : CH. LIVON; 38e année, n° 1, 1er janvier 1901. Marseille. 1 fasc. in-8°.

Revue bryologique, bulletin bimestriel consacré à l'étude des Mousses et des Hépatiques; 28e année, n° 1, 1901. Cahan, par Athis (Orne); 1 fasc. in-8°.

Journal du Ciel, bulletin de la Société d'Astronomie, notions populaires d'Astronomie pratique; directeur : J. VINOT; 3e série, février 1901; 1 fasc. in-8°.

Chronique industrielle et l'Industriel du Nord et des Ardennes; rédacteur en chef : DOUMÉ CASALONGA; 24e année, n° 1, 1er janvier 1901. Paris, 1 fasc. gr. in-8°.

Atlas geologiczny Galicyi, z. VIII, XII. Cracovie, 1900; texte, 2 fasc. in-8°, et *Cartes,* 2 fasc. in-f°.

Anales de la Sociedad española de Historia natural, t. XXIX, cuadernos 1° y 2°. Madrid, 1900; 1 fasc. in-8°.

Boletin de la Comision de Parasitologia agricola, redacto por el Professor A.-L. HERRERA; t. I, nº 2. Mexico, 1900; 1 fasc. in-8º.

Annuario da Universidade de Coimbra, anno lectivo de 1899-1900. Coïmbre, 1900; 1 fasc. in-8º.

Annalen der Physik, herausgeg. v. PAUL DRUDE; IVᵉ Folge, Bd 4, Heft 1, 1901. Leipzig. 1 fasc. in-8º.

Weekly weather Report, issued by the Meteorological Office; vol. XVIII, nº 1, january 5, 1901. Londres, 1 fasc. in-4º.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Marche.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Co. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15 fr.**
Tomes 92 à 121. — (1er janvier 1881 à à 31 décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SEANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15 fr.**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédi- « mentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature « des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861.. **15 fr.**

A la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 2.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 14 janvier 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

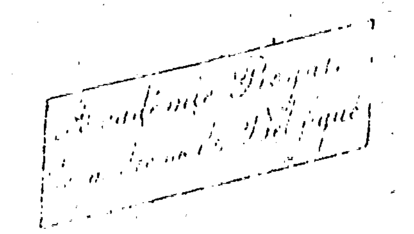
CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars

1901

PREMIER SEMESTRE.



COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 3 (21 Janvier 1901).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 JANVIER 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur M. Ch. Hermite; par M. C. **Jordan**.

« L'École mathématique française vient de perdre, en la personne de M. Hermite, son chef et son maître.

» Il serait assurément téméraire de vouloir analyser à la hâte et sous le coup de la première émotion la longue suite de ses travaux, qui a jeté tant d'éclat sur toute la seconde moitié du XIXe siècle. Une pareille entreprise demande plus de temps et un esprit plus calme. Nous nous bornerons donc, en adressant à notre vénéré Confrère le suprême adieu que sa modestie nous a interdit de prononcer sur sa tombe, à indiquer à grands traits, autant que notre mémoire nous le permettra, quelques-unes des découvertes dont nous lui sommes redevables.

» En 1843, M. Hermite, âgé de vingt ans, venait d'entrer à l'École Polytechnique. Sur le conseil de Liouville, il écrivit à Jacobi pour lui communiquer les résultats qu'il venait d'obtenir pour la division des fonctions abéliennes, alors à peine connues. L'illustre géomètre allemand, qui s'occupait à cette époque de l'édition de ses OEuvres, n'hésita pas à y faire figurer, à côté de ses propres travaux, la lettre de son jeune correspondant.

» Il lui écrivait, un peu plus tard : « Ne soyez pas fâché, Monsieur, si
» quelques-unes de vos découvertes se sont rencontrées avec mes an-
» ciennes recherches. Comme vous dûtes commencer par où je finis, il y a
» nécessairement une petite sphère de contact. Dans la suite, si vous
» m'honorez de vos communications, je n'aurai qu'à apprendre. »

» La prédiction du grand géomètre ne devait pas tarder à se vérifier.

» Dans les quatre lettres qui suivent et que Jacobi nous a également conservées, M. Hermite s'était proposé tout d'abord de généraliser la théorie des fonctions continues; mais il se trouva bientôt amené aux problèmes plus vastes de la théorie arithmétique des formes, où il ne tarda pas à obtenir d'admirables résultats.

» Dès le début de ses travaux, il indique plusieurs méthodes pour réduire les formes quadratiques à un nombre quelconque d'indéterminées. Un peu plus tard, l'introduction des variables continues dans la théorie l'amène à découvrir des vérités plus cachées.

» Il donne la solution complète du problème de l'équivalence arithmétique des formes quadratiques générales ou des formes décomposables en facteurs linéaires; il détermine les transformations de ces formes en elles-mêmes; il démontre, par une voie toute nouvelle et purement arithmétique, les théorèmes célèbres de Sturm et de Cauchy sur la séparation des racines des équations algébriques. Il introduit la notion féconde des formes quadratiques à variables conjuguées et déduit de leur théorie une nouvelle démonstration des beaux théorèmes de Jacobi sur le nombre des décompositions d'un nombre en quatre carrés.

» Il arrive enfin à cette merveilleuse proposition que les racines des équations algébriques à coefficients entiers et d'un même discriminant s'expriment par un nombre limité d'irrationnelles distinctes.

» L'étude algébrique des formes est également l'objet de ses méditations. La notion des invariants qui domine cette théorie était restée un peu confuse, jusqu'au jour où M. Cayley la mit en pleine lumière dans un Mémoire célèbre daté de 1845. MM. Cayley, Sylvester et Hermite se partagèrent le nouveau domaine qui venait de leur être ouvert.

» Leurs travaux sont tellement entrelacés dans cette rivalité fraternelle qu'il serait difficile et à peine désirable de préciser exactement la part de chacun d'eux dans l'œuvre commune. Il semble toutefois que l'on puisse attribuer spécialement à M. Hermite la loi de réciprocité, la découverte des covariants associés, celle des invariants gauches, et la formation du système complet des covariants des formes cubiques et biquadratiques et des invariants de la forme du cinquième ordre.

» Ces importantes recherches d'Arithmétique et d'Algèbre ne suffisaient pas à son activité; il poursuivait en même temps ses études sur les transcendantes; dans une série de recherches mémorables il résolvait le problème de la transformation des fonctions hyperelliptiques, et des développements en série des fonctions elliptiques il déduisait des formules importantes relatives au nombre des classes des formes quadratiques.

» Il posait en même temps les bases de la théorie des fonctions modulaires et résolvait jusque dans ses détails la question si difficile de leur transformation, donnant ainsi longtemps d'avance un modèle à ceux qui devaient de nos jours reprendre et généraliser cette théorie.

» L'impression produite sur les géomètres par l'ensemble de ces travaux se résume assez bien dans ce mot pittoresque que nous avons recueilli jadis de la bouche de M. Lamé : « En lisant les Mémoires d'Hermite, » on a la chair de poule. »

» En 1856, à l'âge de trente-quatre ans, M. Hermite entrait à l'Institut; en 1862 on créait pour lui une chaire à l'École Normale; peu après il devint également professeur à l'École Polytechnique et à la Sorbonne.

» A cette époque, l'enseignement supérieur était, il faut bien le dire, un peu arriéré. Les grandes découvertes par lesquelles Gauss, Abel, Jacobi, Cauchy avaient transformé la Science pendant un demi-siècle étaient passées sous silence, comme si elles n'intéressaient que de rares initiés. M. Hermite les jeta hardiment dans le domaine public. Cette heureuse audace a porté ses fruits : témoin notre jeune et brillante école de géomètres. Tous furent des élèves d'Hermite et doivent à ses leçons, à ses bienveillants encouragements une grande part de leurs succès.

» Cette royauté pacifique ne s'arrêtait pas à nos frontières : M. Hermite entretenait des correspondances dans toute l'Europe savante, et partout les jeunes talents pouvaient compter sur ses conseils et sur son appui.

» Mais ni les devoirs de son enseignement, ni même les atteintes de l'âge ne purent porter préjudice à la fécondité de son esprit. De cette

seconde période datent en effet un grand nombre de beaux travaux qui ne le cèdent en rien aux œuvres de sa jeunesse.

» Une évolution sensible se produit pourtant dans l'objet de ses recherches. L'Arithmétique et l'Algèbre, prédominantes jusque-là, vont céder le pas au Calcul intégral.

» La transition se fait par un Mémoire célèbre sur l'équation du cinquième degré, dont il donne la résolution par les fonctions elliptiques.

» Puis viennent les recherches sur l'interpolation, sur de nouveaux modes de développement des fonctions en séries de polynomes, sur les continuités des intégrales définies qui dépendent d'un paramètre, etc.

» Dans la théorie des fonctions elliptiques, M. Hermite découvre une formule fondamentale qui permet de les décomposer en éléments simples et, par suite, de les intégrer. Il étudie, le premier, les fonctions doublement périodiques de seconde espèce.

» Nous arrivons enfin au Mémoire sur la fonction exponentielle, digne couronnement de ses longues recherches sur les développements en fractions continues. Il y fait voir que le nombre e est transcendant. M. Lindemann a reconnu depuis que le nombre π l'est également. Le problème de la quadrature du cercle, si vainement cherché pendant tant de siècles, est donc démontré impossible.

» On peut légitimement revendiquer pour M. Hermite une part dans ce beau résultat, car il a été obtenu en imitant la marche qu'il avait suivie pour l'exponentielle. Or, on se ferait une idée bien incomplète du rôle des grands esprits en les mesurant exclusivement sur les vérités nouvelles qu'ils ont énoncées explicitement. Les méthodes qu'ils ont léguées à leurs successeurs, en leur laissant le soin de les appliquer à de nouveaux problèmes qu'eux-mêmes ne prévoyaient peut-être pas, constituent une autre part de leur gloire et parfois la principale, comme le montre l'exemple de Leibnitz.

» Depuis bientôt un siècle nous travaillons à développer les germes féconds que Gauss et Cauchy ont semés dans leurs écrits; il en sera de même pour Hermite. Voici deux nouveaux exemples qui le prouvent :

» Le groupe remarquable de substitutions qu'il a rencontré dans ses recherches sur la transformation des fonctions abéliennes sert d'élément essentiel à la solution d'un problème tout différent, celui de la résolution des équations par radicaux. Il apparaît encore dans la discussion de la seconde variation des intégrales définies.

» Les formes quadratiques à variables conjuguées sont le fondement

indispensable des recherches sur la réduction des formes les plus générales, à coefficients réels ou complexes.

» M. Hermite aimait la Science pour elle-même et ne se préoccupait guère des applications; elles sont venues spontanément et par surcroît. A l'équation de Lamé, dont l'intégration constitue le dernier de ses grands travaux, il a rattaché toute une série de problèmes de Mécanique : rotation d'un solide; détermination de la courbe élastique; oscillations du pendule conique.

» Pour se faire une idée exacte de la place que M. Hermite occupait dans le monde mathématique, il faut avoir assisté comme nous aux fêtes inoubliables de son jubilé en 1892. Tous ses amis, ses disciples, ses admirateurs s'étaient donné rendez-vous à cette touchante cérémonie; toutes les Sociétés savantes de l'Europe avaient envoyé des adresses ou des délégués.

» La même année a vu le jubilé de Pasteur. Aujourd'hui Pasteur et Hermite ne sont plus; il ne nous reste que le souvenir de leurs exemples et leurs ouvrages, mais ceux-ci suffisent à éterniser leur mémoire.

» Que l'on nous permette, en terminant, d'exprimer un vœu au nom de la Section de Géométrie. L'œuvre d'Hermite est fort éparpillée; en dehors des principaux Mémoires, elle contient beaucoup de lettres ou notes concises dispersées çà et là, mais qui portent toutes la griffe du lion. L'Académie s'honorerait et rendrait un grand service aux Géomètres en entreprenant la publication des Œuvres complètes de Charles Hermite. »

Notice sur M. Adolphe Chatin; par M. Gaston Bonnier.

« Notre Collègue M. Guignard, qui a succédé à M. Chatin dans la chaire de Botanique de l'École de Pharmacie et qui ensuite, comme lui, a été appelé à la direction de l'École, n'a pu prendre la parole aujourd'hui, s'étant trouvé momentanément souffrant. J'ai été chargé par notre Section de le remplacer pour rappeler, devant l'Académie, la carrière et les travaux scientifiques de notre regretté Confrère et doyen, M. Adolphe Chatin.

» Gaspard-Adolphe Chatin est né à l'Ile-Marianne-de-Saint-Quentin, près de Tullins (Isère), d'une famille peu fortunée. Après avoir fait des études primaires très insuffisantes chez les maîtres d'école de Tullins, il apprit les premiers éléments du latin avec l'abbé Périer, curé du canton.

En 1830, il entra chez le pharmacien Lombard, à Saint-Marcellin. Celui-ci remarqua bien vite la prodigieuse puissance de travail de son jeune élève, et facilita en 1833 son départ pour Paris. Il fut envoyé chez M. Briant, pharmacien, qui l'admit dans sa famille et lui donna une chambre dans sa maison. Là il reçut un accueil paternel, et M. Briant, qui sut apprécier les aptitudes remarquables de Chatin, lui conseilla d'achever ses humanités et de suivre un enseignement purement scientifique en même temps que les études de Pharmacie. M. Chatin a gardé une grande reconnaissance pour cet excellent homme; il conserva pieusement la vieille montre de M. Briant, que celui-ci lui avait laissée à cette époque comme souvenir.

» Les conseils de M. Briant ne pouvaient être mieux suivis. En effet, Adolphe Chatin passa avec succès son baccalauréat ès Lettres, son baccalauréat ès Sciences, et fut reçu à la licence ès Sciences. En 1835, il était nommé au Concours de l'Internat des Hôpitaux; en 1839, il soutenait sa thèse de docteur ès Sciences devant la Faculté des Sciences de Paris; en 1840, il passait sa thèse de Pharmacie; en 1841, il était Agrégé à l'École de Pharmacie et y fut chargé, comme suppléant, du Cours de Botanique, des Herborisations et de la direction du Jardin. En même temps, dans ses études de Pharmacie, Adolphe Chatin remportait six premiers prix et deux seconds prix; les six médailles d'or de l'École lui étaient décernées. En 1838, il avait obtenu aussi le premier prix au Concours entre les internes.

» N'ayant eu comme base première, à son arrivée à Paris, qu'une instruction secondaire incomplète, c'est en moins de huit années qu'Adolphe Chatin avait acquis tous ces titres et remporté tous ces succès. De plus, en 1844, il était reçu docteur en Médecine.

» En 1848, les deux chaires de Botanique de Guiart et de Clarion devinrent vacantes. Il fut alors question de supprimer l'enseignement de la Botanique à l'École de Pharmacie. C'était l'effondrement des espérances du jeune agrégé qui avait réorganisé le cours de Botanique de l'École. C'était aussi peut-être la ruine de la carrière de Chatin qui, s'étant marié quelques années avant, voyait avec inquiétude l'avenir de son jeune ménage compromis. Fort ému par ce projet de suppression, M. Chatin alla trouver Hippolyte Carnot, alors ministre de l'Instruction publique. Il fut reçu, le soir, au domicile particulier du ministre. La jeune madame Chatin attendait dans une voiture le résultat de l'entrevue. Son mari vint bientôt la rassurer en lui apprenant que le ministre considérait l'enseignement de la Botanique à l'École comme indispensable.

» Toutefois, les deux chaires de Botanique furent fondues en une seule.

Présenté en seconde ligne par l'École de Pharmacie, qui lui préférait Payer, Adolphe Chatin fut présenté en première ligne par l'Académie des Sciences qui, à cette époque, était consultée pour les nominations à l'École de Pharmacie. Chatin fut nommé Professeur titulaire de Botanique.

» Déjà, de 1845 à 1847, Adolphe Chatin avait été chargé, à la demande de l'École, des cours d'Anatomie comparée, d'Anthropologie et de Zoologie générale. En 1848, il professa des cours populaires pour les ouvriers, qu'il avait organisés lui-même à l'École de Pharmacie, sur la Cosmographie, la Géologie et la Métallurgie. C'est à cette époque troublée qu'on peut citer la courageuse conduite de Chatin comme sous-lieutenant de la 1[re] légion, notamment à la chaude attaque du clos Saint-Lazare, où son sergent fut tué à ses côtés.

» Depuis cette époque, le Professeur de l'École de Pharmacie put développer son enseignement, réorganiser le Jardin botanique, et il dirigea, avec l'entrain que l'on sait, de nombreuses excursions non seulement aux environs de Paris, mais dans les parties les plus diverses de la France.

» En 1873, Adolphe Chatin était nommé Directeur de l'École de Pharmacie. Il prenait sa retraite en 1886 avec le titre de Directeur honoraire.

» En 1874, il avait été élu Membre de l'Académie des Sciences à la place laissée vacante par Claude Gay, et en 1897 il devenait Président de l'Académie. Chatin avait aussi été élu Membre de l'Académie de Médecine, Membre de la Société nationale d'Agriculture, et il faisait partie du Comité des Travaux historiques au Ministère de l'Instruction publique.

» Adolphe Chatin avait conservé une grande affection pour le Dauphiné. Depuis sa retraite, il revenait plus souvent le visiter et la région de Tullins a fréquemment bénéficié de ses libéralités. Mais il retournait aussi dans les belles montagnes des environs de Grenoble et surtout dans le massif du Villard-de-Lans, où il retrouvait ses amis d'enfance dans la famille Bertrand. Il revint à Grenoble pour la dernière fois en 1897, lors des fêtes données en l'honneur du Président de la République.

» J'ai eu le grand plaisir de le rencontrer plusieurs fois dans mes courses à travers les Alpes dauphinoises, et je recevais de lui un accueil bienveillant, rempli de bonne humeur et marqué de traits d'esprit, en même temps que je profitais des précieuses indications qu'il voulait bien me donner sur certaines particularités de la végétation alpine. J'admirais aussi sa vaillance, son ardeur toujours jeune pour la marche, sa con-

viction toujours aussi grande pour la recherche des localités de telle et telle espèce intéressante.

» Cette constitution robuste de « vieil Allobroge », comme il le disait lui-même, devait cependant recevoir à la fin les premières atteintes de la maladie. En septembre 1898, Adolphe Chatin, se sentant frappé, ne put retourner à Paris ; il resta dans sa propriété des Essarts-le-Roi, près de Rambouillet, entouré des soins les plus empressés de ses enfants. C'est là qu'il s'éteignit petit à petit et sans souffrances. Il eut encore le bonheur, pendant cette longue maladie, d'apprendre le succès de son fils, M. Joannès Chatin, élu Membre de l'Académie des Sciences. Le 13 janvier 1901, à l'âge même qu'avait atteint son père, Adolphe Chatin exhalait doucement son dernier soupir entre les bras de ce cher fils qui avait été la préoccupation et la joie de toute sa vie.

» L'œuvre d'Adolphe Chatin est beaucoup trop considérable pour qu'il me soit possible de la résumer ici. Son premier Mémoire de Botanique, relatif à la Symétrie de structure des organes des végétaux, date de 1837, et il publiait en 1897 la dernière partie de ses Études sur la Symétrie des faisceaux vasculaires du pétiole. Avec une connaissance bien plus approfondie des faits, Chatin revenait ainsi, à soixante ans de distance, aux questions d'Anatomie qui avaient tout d'abord attiré son attention.

» On peut dire qu'il n'est pas une seule partie de la Science des végétaux qui n'ait été abordée par le savant botaniste. Morphologie externe, Anatomie, Physiologie, Géographie botanique, Organogénie, Classification, Cryptogamie, autant de divisions de la Botanique dans lesquelles viennent se ranger d'importants travaux de l'Auteur. La caractéristique principale de l'œuvre de Chatin est surtout dans la production d'idées originales, fertiles en résultats, dans l'ouverture de voies nouvelles explorées ensuite avec succès par les nombreux savants qui ont marché sur ses traces.

» Je citerai d'abord l'immense Ouvrage intitulé *Anatomie comparée des végétaux*, dont la publication, restée inachevée, a commencé en 1856, et où sont examinées successivement les plantes aquatiques, les plantes aériennes, les plantes parasites et les plantes terrestres. A travers ces recherches d'Anatomie comparée, on rencontre des observations pénétrantes sur les diverses adaptations des végétaux et sur les modifications profondes qu'éprouve la structure des êtres sous l'influence du milieu extérieur. Ces longues recherches ont été l'origine première de cette nou-

velle branche de la Science qu'on nomme maintenant l'*Anatomie expérimentale*.

» Les changements de structure dans les parties aquatiques ou souterraines des plantes sont scrutés d'une façon très remarquable dans cette suite de Mémoires; mais c'est surtout l'étude des plantes parasites qui en constitue le mérite principal. Chatin met en évidence, pour les espèces les plus diverses, les caractères de régression dus à l'influence du parasitisme. Cette question des plantes parasites a d'ailleurs toujours occupé Chatin, et il y revenait encore, en 1891, par une Note aux *Comptes rendus* où il montre le premier que le parasite n'absorbe pas telles quelles les substances élaborées par l'hôte, mais en laisse de côté une partie pour digérer et transformer le reste.

» L'un des premiers il a compris que, pour prendre toute la valeur scientifique qu'elle comporte, la classification des plantes doit être fondée aussi bien sur les caractères de leur structure que sur ceux de la forme extérieure. Énoncée déjà par Mirbel au commencement du siècle dernier, cette vérité n'est plus aujourd'hui contestée; elle est pour ainsi dire devenue banale. Elle ne l'était pas, tant s'en faut, en 1839, lorsque Chatin choisit ce sujet pour sa thèse de Doctorat ès Sciences. Depuis, dans les Mémoires que je viens de citer et dans d'autres encore, il a développé tous les résultats acquis successivement par lui dans cette voie. Aujourd'hui que l'étroit sentier d'autrefois est devenu une large grand'route, il est juste de rendre hommage à ceux qui y ont planté les premiers jalons.

» On doit encore à Adolphe Chatin un important Mémoire sur l'anthère, qui a provoqué aussi de nombreux travaux sur la constitution et la déhiscence de l'étamine. Dans ces derniers temps, le savant botaniste a fait paraître une série de recherches sur les Champignons du groupe des Tubéracées, notamment des Truffes, des Terfézées et des Tirmaniées. Ces recherches ont été réunies en un Volume qui a paru en 1892.

» Parmi les travaux de Chatin sur des sujets choisis en dehors de sa Science de prédilection, je mentionnerai seulement ses recherches relatives à la présence générale de l'iode dans l'atmosphère et dans l'eau, qui ont paru de 1850 à 1860, et dont le travail *in extenso* est resté à l'état de manuscrit dans les Archives de l'Institut. Tout récemment, notre Collègue M. Gautier reprenait cette question avec les méthodes modernes d'analyse. Tout en poussant beaucoup plus loin ses investigations et en précisant la forme sous laquelle l'iode se présente à l'état naturel dans les diverses circonstances, M. Gautier confirmait les résultats obtenus par Chatin.

» En somme, si l'on veut donner une idée de l'importance de l'œuvre d'Adolphe Chatin, on peut dire qu'il est impossible d'établir la bibliographie d'une grande question de Botanique sans avoir à prononcer son nom.

» Ce matin même, par exemple, une thèse remarquable a été soutenue par M. Mirande devant la Faculté des Sciences de Paris. A chacun des Chapitres de ce Mémoire, un nom revient toujours dans les citations : c'est celui d'Adolphe Chatin. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence de la substitution de l'alcool au sucre alimentaire, en quantité isodyname, sur la valeur du travail musculaire accompli par le sujet, sur son entretien et sur sa dépense;* par M. A. CHAUVEAU.

« Si, comme le prouvent les expériences dont il a été question dans la dernière Séance (1), l'alcool ne montre qu'une aptitude extrêmement limitée à servir de potentiel énergétique à la contraction musculaire, les substitutions alcooliques qu'on opère dans les rations ne peuvent qu'être défavorables, soit à la production du travail musculaire, soit à l'entretien du sujet, soit à sa dépense énergétique.

» Dans l'étude des échanges respiratoires, faite précédemment, on trouve tous les éléments nécessaires pour se prononcer sur ce dernier point : celui de la dépense. Mais c'est une autre partie de notre expérience de trois cent quatre-vingt-neuf jours qui va nous renseigner sur la production du travail musculaire et l'entretien du sujet. Il s'agit de la partie qui s'étend du 15 avril au 31 juillet 1900. Commençons par les enseignements qu'elle fournit.

» PRODUCTION DU TRAVAIL MUSCULAIRE ET ENTRETIEN DU SUJET. — Des cent huit jours qui séparent les deux dates ci-dessus, les cinquante-quatre premiers ont été consacrés à l'étude des effets de la ration type, 500gr de viande crue, 252gr de sucre de canne; les cinquante-quatre derniers, à l'étude de l'influence de la ration dans laquelle 50gr d'alcool à 96° remplacent 84gr de sucre.

» On a, bien entendu, cherché à réaliser l'identité de toutes les autres conditions expérimentales, entre autres celle de la durée du travail journalier, qui a été presque toujours très exactement limitée à deux heures.

» L'influence des deux rations a été appréciée de la manière à la fois la

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 65.

plus simple et la plus sûre, c'est-à-dire par la longueur des parcours accomplis, pendant la période de travail dans la roue, et par l'entretien, dont on jugeait d'après le poids.

» Première série (*du* 15 *avril au* 7 *juin*). — *Alimentation avec* 500gr *de viande crue et* 252gr *de sucre.* — Pendant les cinquante-quatre jours de cette période, le sujet n'a manifesté aucun signe de malaise. Sa santé a été parfaite. Il a toujours accompli son travail avec une grande régularité, sans avoir besoin d'être excité par les appels de son surveillant.

» Au milieu du temps consacré à cette série, c'est-à-dire le vingt-septième jour, le sujet avait effectué un parcours total de 649km,350, soit chaque jour, en deux heures, une moyenne de 24km,048. Voilà pour le travail accompli pendant cette première période.

» Voici pour l'entretien : au commencement du premier jour, le sujet pesait 19kg,070; à la fin du vingt-septième jour, le poids atteignait 19kg,650. Le sujet avait donc gagné 580gr.

» La série complète terminée, c'est-à-dire à la fin du cinquante-quatrième jour, le chemin total parcouru était de 1291km,920, c'est-à-dire une moyenne journalière de 23km,924. Quant au poids du sujet, il s'élevait à 20kg,315, : gain total, 1kg,245, presque le quinzième du poids de début.

» Ainsi, non seulement le sujet avait trouvé dans sa ration l'énergie nécessaire à son entretien et à l'accomplissement d'un travail musculaire de grande valeur, mais il avait pu accumuler, sous forme de graisse, une réserve de potentiel qui ne représentait pas moins de 11,763 calories ou cinq millions de kilogrammètres environ.

» Deuxième série (*du* 8 *juin au* 31 *juillet*). — *Alimentation avec* 500gr *de viande,* 168gr *de sucre,* 50gr *d'alcool à* 96° ($\frac{1}{3}$ *du sucre de la première ration remplacé par une quantité isodyname d'alcool absolu*). — La *première partie* de cette série a été conduite dans des conditions absolument identiques à celles de la série précédente, sauf pour la composition de la ration. Ainsi, pendant vingt-sept jours, du 8 juin au 4 juillet, le sujet a reçu chaque jour, avant le travail, la ration qui doit permettre d'étudier les effets de la substitution de l'alcool au sucre. D'autre part, le travail musculaire demandé au sujet a consisté dans une course de deux heures au trot allongé à l'intérieur de la roue *ad hoc*.

» Il faut dire de suite que les résultats ont été nettement désavantageux.

» Malgré les excitations et les appels incessamment réitérés du surveillant, le chien n'a accompli, au bout de ses vingt-sept jours, qu'un parcours de 504km,018, soit une moyenne journalière de 18km,666 en deux heures exactement. Pendant la période correspondante de la première série, cette moyenne avait été de 24km,048. Différence : 5km,382. C'est un déficit de 22 pour 100. Il est considerable.

» D'un autre côté, aucune réserve de potentiel n'a été faite par le sujet. Le poids, le premier jour de l'expérience, était de 20kg,315; la pesée a donné, à la fin du vingt-septième jour, 20kg,200. L'entretien s'est donc effectué d'une manière à peine suffisante.

» L'infériorité de l'alcool sur le sucre se traduit dans ces résultats avec une si grosse évidence qu'on s'est demandé, avant de poursuivre l'expérience, si l'intervention de quelque cause accidentelle, étrangère à ses conditions régulières, n'aurait pas contribué à cette infériorité. En tout cas, une telle cause ne saurait être cherchée dans le sujet lui-même, dont la santé continuait à être absolument parfaite, malgré l'état de légère ébriété dans lequel il s'était trouvé chaque jour pendant quelques heures. Mais la température ambiante s'était, dans les derniers temps, notablement accrue. Ne serait-ce pas cette condition extérieure au sujet qui lui aurait rendu le travail musculaire plus difficile et plus onéreux?

» Pour s'en assurer, on se décide à faire alterner les deux régimes semaine par semaine, pendant le temps qui reste à courir pour compléter les cinquante-quatre jours de la deuxième série expérimentale. Les choses sont disposées de manière à comparer la première semaine (sucre seul) avec la deuxième (sucre et alcool); puis la troisième semaine (sucre seul) avec la quatrième (sucre et alcool). Pour cette dernière comparaison, la chaleur étant devenue très forte, on a réduit le nombre des heures de travail afin d'éviter d'avoir à compter avec les malaises qu'elle aurait pu provoquer chez le sujet d'expérience. On a résumé, dans le Tableau suivant, les résultats de cette double comparaison :

	Rations :		
	500gr de viande. 252gr de sucre.	500gr de viande. 168gr de sucre. 48gr d'alcool.	
	1re *semaine* (du 5 au 11 juillet).	2e *semaine* (du 12 au 18 juillet).	Observations.
a. Temps consacré au travail	14h,000	14h,000	
b. Parcours total dans la semaine	152km,436	110km,244	Travail beaucoup plus avantageux avec le sucre sans alcool.
c. Parcours moyen en une heure de travail	10km,888	7km,874	
d. Poids initial	20kg,200	20kg,600	Entretien beaucoup plus avantageux avec le sucre sans alcool.
e. Poids final	20kg,600	19kg,800	
f. Différence entre *d* et *e*	Gain : +0kg,400	Perte : −0kg,800	
	3e *semaine* (du 19 au 25 juillet).	4e *semaine* (du 26 au 31 juillet).	
a. Temps consacré au travail	10h,416	10h,833	
b. Parcours total dans la semaine	81km,186	74km,892	Travail plus avantageux avec le sucre sans alcool.
c. Parcours moyen en une heure de travail	7km,794	6km,901	
d. Poids initial	19kg,800	20kg,580	Entretien beaucoup plus avantageux avec le sucre sans alcool.
e. Poids final	20kg,580	20kg,155	
f. Différence entre *d* et *e*	Gain : +0kg,780	Perte : −0kg,425	

» Ces résultats sont absolument décisifs. Ils démontrent avec la plus grande évidence qu'on est autorisé à accorder toute confiance aux conclusions tirées de la longue étude faite dans la première série des présentes expériences (cinquante-quatre jours) et la première partie de la deuxième série (vingt-sept jours), pour comparer le sucre et l'alcool substitué au sucre comme source de l'énergie employée à l'exécution du travail musculaire.

» Les résultats de cette comparaison sont des plus significatifs. *Ils montrent que la substitution de l'alcool au sucre est une opération désavantageuse. Avec cette substitution, la valeur du travail physiologique des muscles diminue et le sujet s'entretient moins bien.*

« Dépense du sujet. — Répétons que c'est la série des expériences où a été faite la détermination des échanges respiratoires qui a fourni les documents de cette étude de l'influence des substitutions alcooliques sur la dépense. Ils sont exposés dans le Tableau suivant :

Comparaison de la dépense énergétique et du travail musculaire, dans les cas de ration viande et sucre avec ou sans substitution partielle d'alcool.

A. — *Dépense horaire moyenne pendant le repos.*

	I. Ration sans alcool.	II. Ration avec alcool.
	lit	lit
CO^2 exhalé	7,980	7,933
O^2 absorbé	8,828	9,111

B. — *Dépense horaire moyenne pendant le travail.*

CO^2 exhalé	55,255	44,882
O^2 absorbé	57,378	48,625

C. — *Travail moyen à l'heure.*

	km	km
Chemin parcouru	11,766	8,958

D. — *Rapport de la dépense horaire moyenne, effectuée pendant le repos, au parcours qui représente la valeur du travail horaire moyen.*

$\frac{CO^2 \text{ exhalé}}{\text{Chemin parcouru}}$	$\frac{7,980}{11,766} = 0,678$	$\frac{7,933}{8,958} = 0,885$
$\frac{O^2 \text{ absorbé}}{\text{Chemin parcouru}}$	$\frac{8,828}{11,766} = 0,750$	$\frac{9,111}{8,953} = 1,017$

E. — *Rapport de la dépense horaire moyenne, effectuée pendant le travail même des muscles, au parcours qui représente la valeur de ce travail.*

CO^2 exhalé........................ / Chemin parcouru........................	$\frac{55,255}{11,766} = 4,696$	$\frac{44,882}{8,958} = 5,004$
O^2 absorbé........................ / Chemin parcouru........................	$\frac{57,378}{11,766} = 4,826$	$\frac{48,625}{8,958} = 5,428$

F. — *Valeur proportionnelle de la consommation de O^2, en partant de 1 pour la valeur du rapport de l'oxygène absorbé au chemin parcouru, pendant le repos avec la ration sans alcool.*

Consommation de O^2......	*a.* Pendant repos......	1,000	1,356
	b. Pendant travail.....	6,434	7,237

» Ainsi le rapport de la dépense au travail est plus favorable quand il n'y a pas substitution d'alcool dans la ration. L'avantage est de $\frac{1}{8}$ pendant les courtes heures de travail et peut s'élever jusqu'au tiers quand la comparaison porte sur la dépense des longues heures de la période de repos.

» Conclusions. — *La substitution partielle de l'alcool au sucre, en proportion isodyname, dans la ration alimentaire d'un sujet qui travaille, ration administrée peu de temps avant le travail, entraîne pour le sujet les conséquences suivantes :*

» 1° *Diminution de la valeur absolue du travail musculaire;*

» 2° *Stagnation ou amoindrissement de l'entretien;*

» 3° *Élévation de la dépense énergétique par rapport à la valeur du travail accompli.*

» *En somme, les résultats de la substitution se montrent à tous les points de vue très franchement défavorables.* »

PATHOLOGIE. — *De l'influence du climat sur l'évolution de la Tuberculose pleuro-pulmonaire expérimentale;* par MM. **Lannelongue, Achard** et **Gaillard** (1).

« L'influence des conditions climatériques sur l'évolution du processus tuberculeux est assez mal déterminée. Assurément, en certaines contrées

(1) Une partie de ces recherches a été communiquée au Congrès de Naples contre la tuberculose (avril 1900) et insérée dans le *Bulletin médical* du 2 mai 1900.

la tuberculose est relativement rare; mais cette rareté paraît tenir moins à leur climat qu'au genre de vie de leurs habitants, à l'absence de grandes agglomérations humaines, et surtout de foyers importés.

» Sans doute encore, en séjournant dans certaines stations réputées pour la cure de la phtisie, des sujets atteints de cette maladie peuvent voir leur état s'améliorer, guérir même; mais, là non plus, l'influence du climat n'est pas seule à s'exercer : il faut compter encore avec l'action des divers traitements mis en œuvre, avec celle du changement de milieu, d'hygiène, d'alimentation. D'ailleurs on ne saurait méconnaître quelles différences profondes séparent, sous le rapport des conditions météorologiques, les localités auxquelles on attribue ces vertus curatives, puisqu'une faveur à peu près égale s'attache aux régions élevées et froides aussi bien qu'à des lieux situés au bord de la mer et jouissant d'une température douce.

» L'observation clinique n'apportant que des données peu précises à la solution de ce problème, nous avons tenté de l'aborder par le côté expérimental.

» Les expériences consistaient à inoculer dans la plèvre, en même temps et de la même façon, trois cents cobayes tous mâles, répartis en six lots, avec une égale quantité d'une émulsion de tuberculose humaine et à soumettre immédiatement après chaque lot à des influences climatériques différentes, les autres conditions de logement commun à chaque lot et d'alimentation restant aussi pareilles que possible. (Voir, pour plus de détails et de renseignements précis, le *Bulletin médical*, du 2 mai 1900, p. 407).

» Deux séries d'expériences ont été faites. Dans une première, de cent cinquante cobayes répartis en trois lots d'un poids égal, un lot avait été conservé au laboratoire de Pathologie externe de la Faculté de Médecine de Paris, un autre avait été envoyé au bord de la mer, aux Grandes-Dalles, entre Fécamp et Saint-Valery, et le troisième à la campagne dans les terres, à Valmont, également près de Fécamp. L'expérience prit fin le 14 novembre 1900, les six cobayes survivants du lot du laboratoire ayant été tués accidentellement par un chien. Il restait alors trois cobayes au bord de la mer et un à la campagne; ces animaux furent alors sacrifiés.

» L'examen des courbes de mortalité montre que celle du lot de la campagne s'est, dès le début, maintenue un peu plus élevée que les autres. Celles-ci ont gardé plusieurs mois la même direction; puis, vers le mois de décembre 1899, celle de la mer a définitivement dépassé celle du laboratoire.

» Dans une seconde expérience, commencée le 22 juin 1899, un premier lot fut conservé au laboratoire, un deuxième fut envoyé dans la montagne, au Thiolent, près du Puy, et le troisième dans les bois de l'Isle-Adam. Ce dernier lot ayant été prématurément détruit ne peut entrer ici en ligne de compte. Pour les deux premiers l'expérience prit fin le 12 septembre 1900, pour le même motif que précédemment. Il restait alors onze cobayes au laboratoire et quatre au Thiolent. C'est donc au lot du laboratoire que restait encore l'avantage. De plus, l'examen des courbes de mortalité montre que celle du lot de la montagne s'était maintenue pendant le premier été un peu au-dessus de celle du laboratoire; aux premiers froids, en octobre, elle l'avait rapidement dépassée, s'en tenant assez éloignée pendant tout l'hiver; puis elle tendait à s'en rapprocher pendant le second été.

» En somme, dans les deux expériences, l'avantage reste aux lots du laboratoire, malgré les conditions en apparence défavorables que créaient l'exiguïté de l'espace, le peu de ventilation, l'absence de lumière, la permanence de l'humidité, l'abondance des vapeurs ammoniacales. Le froid et les changements de température paraissent surtout avoir agi défavorablement, tandis que l'égalité de température, l'immobilisation plus grande des animaux du laboratoire semblent avoir exercé une influence salutaire.

» Un autre fait, d'un ordre tout différent, se dégage encore de ces expériences. Dans chacun des lots, tous les cobayes ont été inoculés le même jour, de la même manière, dans la plèvre, avec le même virus. Or chez les animaux d'un même lot, l'évolution de la tuberculose a présenté de très grandes différences.

» Nous ne parlons pas seulement ici des formes anatomiques de l'infection, ni de la variété des lésions dans les différents organes. Nous nous proposons, d'ailleurs, de revenir ultérieurement sur les plus intéressantes de ces lésions. Mais, à n'envisager même que l'évolution générale du processus tuberculeux, nous trouvons parmi les animaux de chaque lot de grandes dissemblances.

» Sans doute, dans le cours d'une infection relativement lente, bien des circonstances accidentelles peuvent survenir qui en précipitent la marche ou qui déterminent la mort par une cause tout à fait indépendante. Toutefois, comme les conditions extérieures étaient aussi semblables que possible pour les animaux d'un même lot, il semble bien que les différences dans l'évolution de la tuberculose aient été dues surtout à des causes internes, inhérentes à l'organisme, en d'autres termes au terrain. Tandis que

certains cobayes mouraient de tuberculose généralisée au bout de six semaines, au contraire, chez quelques autres, au bout de quinze et dix-huit mois, les lésions n'étaient que minimes et étaient restées localisées au thorax. C'est ainsi qu'à la fin des expériences, trois cobayes du lot de la mer, trois du lot de la campagne et quatre du lot du laboratoire n'avaient que des lésions très discrètes. Et il en était de même, dans la seconde expérience, pour un cobaye du lot de la montagne et pour trois de celui du laboratoire.

» La résistance remarquable que certains cobayes ont présentée à la généralisation de la tuberculose pouvait-elle aller jusqu'à la guérison complète et à la disparition de la virulence? Cela reste douteux pour un certain nombre d'animaux qui sont morts sans présenter de lésions macroscopiques évidentes, mais dont les organes n'ont été ni inoculés ni examinés histologiquement. Toutefois, dans la première expérience, les organes des trois derniers animaux de chaque lot ont été inoculés à des cobayes sains; or ces inoculations ont fourni des résultats négatifs pour trois cobayes : deux d'entre eux, appartenant, l'un au lot du laboratoire, l'autre au lot de la mer, ne présentaient pas de lésions macroscopiques; le troisième, appartenant au lot de la campagne, avait dans ses poumons de très petits tubercules grisâtres. Il semble donc que, pour ces trois animaux au moins, l'infection avait avorté ou avait spontanément guéri.

» Ces faits expérimentaux peuvent être rapprochés de ceux qu'on observe en pathologie humaine. L'évolution de la tuberculose chez l'homme est éminemment variable suivant les sujets et des formes très diverses de la maladie se rencontrent indépendamment du climat et de l'altitude. La résistance à l'infection et la guérison s'observent seulement avec une fréquence beaucoup plus grande chez l'homme que dans nos expériences, ce qui s'explique suffisamment, d'ailleurs, par la réceptivité plus considérable du cobaye à la tuberculose et par la dose relativement forte de virus que nous inoculions à nos animaux. »

MÉCANIQUE. — *Sur la condition supplémentaire en Hydrodynamique.* Note de M. **P. Duhem**.

« On sait que les équations de l'Hydrodynamique prises, par exemple, sous la forme d'Euler, donnent quatre relations entre cinq variables : la pression Π, la densité ρ, les composantes u, v, w de la vitesse. Si le fluide

est incompressible ($\rho = \text{const.}$), ces variables se réduisent à quatre et le problème est mis en équations. Dans les autres cas, l'énergétique fournit une cinquième relation que nous écrirons, en nous servant des notations de notre Mémoire sur *le potentiel thermodynamique et la pression hydrostatique* [1],

$$\rho^2\left[\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial\rho} - \mathcal{V}\right] = \Pi.$$

» Elle introduit une nouvelle variable, la température T, ce qui exige, pour que le problème soit mis en équations, une *relation supplémentaire*. M. Jouguet [2] a montré récemment que, pour que les théorèmes sur le mouvement tourbillonnaire fussent exacts, cette relation devait être établie de telle sorte que l'entropie $S(\rho, T)\,dm$ de la masse dm devînt une fonction de la seule variable T; la relation $\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial T} = -\,ES$ permet de remplacer cette condition par une condition analogue relative à la fonction $\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial T}$.

» $\frac{d\zeta(\rho, T)}{\partial T}$ peut être une fonction de la température seule par elle-même; c'est ce qui arrive si le fluide a une densité invariable ($\rho = \text{const.}$), ou bien s'il est incompressible, mais dilatable par la chaleur [$\rho = f(T)$].

» $\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial T}$ peut encore devenir fonction de la seule variable T dans un autre cas. Supposons que le fluide soit *dénué de viscosité* et que les modifications de chaque élément soient *adiabatiques;* elles seront, en même temps, *isentropiques;* $\frac{\partial\zeta}{\partial T}$ aura, pour chaque élément dm, une valeur indépendante du temps t; on aura $\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial T} = \frac{\partial\zeta(\rho_0, T_0)}{\partial T_0}$, ρ_0, T_0 étant la densité et la température du même élément dm à un certain instant t_0 du mouvement.

» Si, par exemple, le système est parti, à l'instant t_0, d'un état où il était en équilibre et soumis à des actions appliquées exclusivement à sa surface, ρ_0, T_0, ont alors, dans tout le fluide, des valeurs constantes;

---

(1) *Le potentiel thermodynamique et la pression hydrostatique* (*Annales de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. X, p. 183; 1893).

(2) JOUGUET, *Le théorème des tourbillons en Thermodynamique* (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 1190; 24 décembre 1900).

$\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial T} = \text{const.}$ *Mais il n'en est pas de même, en général, dans un mouvement isentropique quelconque.* Si, par exemple, à l'instant t_0, le fluide était en équilibre sous l'action de forces appliquées aux divers points de sa masse, T_0 y a partout la même valeur, mais ρ_0 varie d'un élément dm à un autre, et l'on a $\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial T} = f(\rho_0)$.

» Ces remarques ont leur importance lorsque l'on veut préciser les conditions dans lesquelles un théorème d'Hydrodynamique est exact.

» I. Supposons un fluide sans viscosité, soumis à des actions newtoniennes ou non, Ω_e étant le potentiel des actions extérieures (supposées conservatrices) et V_i la *fonction potentielle* des actions intérieures. On obtient sans peine l'*équation des forces vives*

$$\frac{d}{dt}\left[\Omega_e + \frac{1}{2}\int V_i\,dm + \int\zeta(\rho, T)\,dm + \frac{1}{2}\int(u^2+v^2+w^2)\,dm\right] + \int\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial T}\frac{dT}{dt}\,dm = 0.$$

» Cette équation fournit une *intégrale* première des équations de l'Hydrodynamique : 1° pour un fluide incompressible, dilatable ou non par la chaleur : $\rho = f(T)$; 2° pour un mouvement isothermique : $\frac{dT}{dt} = 0$; 3° *pour un mouvement isentropique quelconque :* $\frac{\partial\zeta}{\partial T}$ ne dépend pas de t.

» II. Considérons, pour des actions newtoniennes ou non, avec les notations de notre Mémoire sur *le potentiel thermodynamique et la pression hydrostatique,* l'égalité, facile à obtenir,

$$\frac{1}{\rho}\frac{\partial\Pi}{\partial x} + \mathcal{A}\frac{\partial\rho}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\zeta + \rho\frac{\partial\zeta}{\partial\rho} - \rho\mathcal{A}\right) - \frac{\partial\zeta}{\partial T}\frac{\partial T}{\partial x},$$

et deux analogues.

» Les seconds membres sont les trois dérivées partielles d'une même fonction des coordonnées : 1° pour un fluide incompressible, dilatable ou non par la chaleur ; 2° pour un mouvement où la température est à chaque instant uniforme dans toute la masse ; 3° *pour un mouvement isentropique à partir d'un état initial où la densité et la température sont les mêmes dans toute la masse.*

» Ces conditions sont celles où l'on peut démontrer le théorème de Lagrange et les théorèmes sur le mouvement tourbillonnaire, comme l'a

indiqué M. Jouguet; ce sont aussi celles où un petit mouvement pendulaire simple admet un potentiel des vitesses.

» Ces théorèmes ne peuvent être légitimement employés hors des conditions précitées; ainsi, ils ne sont point rigoureusement exacts pour les mouvements sonores dans une atmosphère soumise à l'action de la pesanteur.

» III. — Pour un mouvement isentropique quelconque, on a

$$\frac{1}{\rho}\frac{\partial \Pi}{\partial x} + \mathcal{A}\frac{\partial \rho}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x}\left[\zeta(\rho, T) + \rho\frac{\partial \zeta(\rho, T)}{\partial \rho} - T\frac{\partial \zeta(\rho_0, T_0)}{\partial T_0} - \rho\mathcal{A}\right]$$
$$+ T\left[\frac{\partial^2 \zeta(\rho_0, T_0)}{\partial \rho_0 \partial T_0}\frac{\partial \rho_0}{\partial x} + \frac{\partial^2 \zeta(\rho_0, T_0)}{\partial T_0^2}\frac{\partial T_0}{\partial x}\right].$$

» Supposons qu'au point (x, y, z), à l'instant t, passe une onde du premier ordre pour les fonctions u, v, w, Π, ρ, T, tandis qu'à l'instant t_0 ce point n'était pas sur une onde; pour les deux intégrales qui, à l'instant t, se rencontrent sur cette onde, le terme $T\left[\frac{\partial^2 \zeta(\rho_0, T_0)}{\partial \rho_0 \partial T^0}\frac{\partial \rho_0}{\partial x} + \frac{\partial^2 \zeta(\rho_0, T_0)}{\partial T_0^2}\frac{\partial T_0}{\partial x}\right]$ a sur cette onde la même valeur. Dès lors, la méthode indiquée par Hugoniot s'applique à la détermination de la vitesse de propagation d'une telle onde. En particulier, elle permet de calculer la vitesse d'une onde sonore dans une atmosphère soumise à la pesanteur. *Les conditions de l'application de la méthode d'Hugoniot sont les mêmes que les conditions d'existence de l'intégrale des forces vives.*

» Hugoniot avait indiqué (¹) que les équations de Lagrange permettaient cette extension de sa méthode; d'ailleurs, dans le développement des calculs, il avait omis les termes qui eussent justifié cette assertion; contrairement à ce que pensait Hugoniot, les équations d'Euler se prêtent également à cette extension. »

CORRESPONDANCE.

L'École Polytechnique fédérale de Zurich, l'Académie royale dei Lincei, la Société des Naturalistes de Varsovie adressent à l'Académie l'expression de leurs profondes sympathies à l'occasion de la mort de M. *Hermite*.

(¹) H. Hugoniot, *Mémoire sur la propagation du mouvement dans un fluide indéfini* (seconde Partie) (*Journal de Mathématiques*, 4ᵉ série, t. IV, p. 153; 1888).

M. **Mascart** annonce à l'Académie la mort récente de M. *Zenobe Gramme,* dont le rôle a été si important dans le développement de l'Industrie actuelle de l'électricité. L'Académie a accueilli les premiers travaux de M. Gramme et lui a décerné ses plus hautes récompenses; elle ne peut que s'associer au deuil que cause à la Science et à l'Industrie la disparition du célèbre inventeur.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces de la Correspondance :

1° Un Volume intitulé « Crania suecica antiqua »; par M. *Gustaf Retzius;*

2° Un Volume de M. *Frédéric Houssay,* portant pour titre : « La Forme et la Vie; essai de la méthode mécanique en Zoologie »;

3° Les Tomes IV et V des « Annales de l'observatoire météorologique, physique et glaciaire du mont Blanc (altitude 4358^m) », publiées par M. *J. Vallot,* fondateur et Directeur de l'observatoire. (Présenté par M. de Lapparent.);

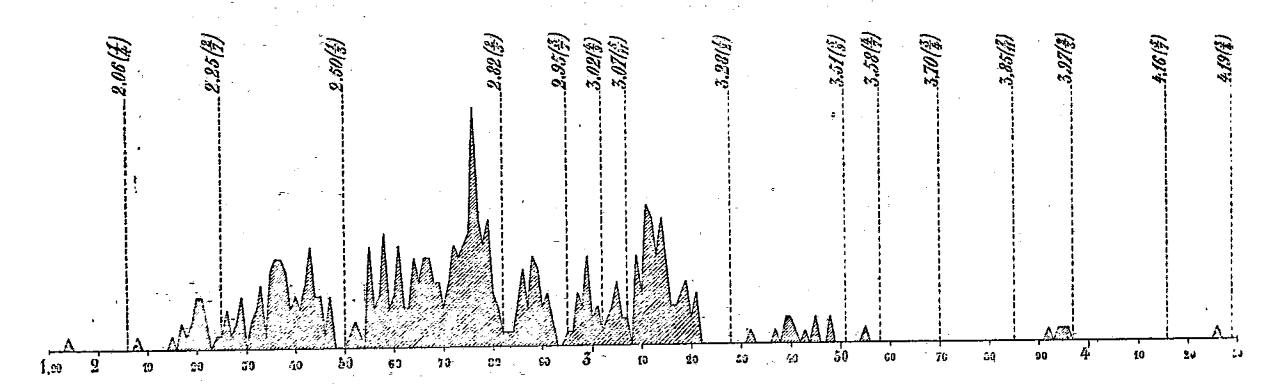
4° Un Volume intitulé : « Congrès international pour l'étude des questions d'Éducation et d'Assistance des sourds-muets, tenu les 6, 7 et 8 août 1900. Compte rendu des travaux, par M. le Dr *Ladreit de Lacharrière.* » (Présenté par M. Alb. Gaudry.)

ASTRONOMIE. — *Sur les planètes télescopiques.* Note de M. **R. du Ligondès**, présentée par M. O. Callandreau.

« Dans une Note présentée à la séance du 30 avril 1900, M. de Freycinet a semblé révoquer en doute l'influence de Jupiter sur la génération des planètes télescopiques et sur les alternances de leur répartition autour du Soleil. Je voudrais essayer de faire ressortir cette influence et de l'expliquer d'après l'hypothèse cosmogonique dont j'ai exposé ici-même les grandes lignes. A cet effet, j'ai tracé un graphique destiné à donner une idée de la distribution des petites planètes supposées placées à leur distance moyenne. Les abscisses représentent les distances au Soleil fractionnées en centièmes du rayon de l'orbite terrestre, et les ordonnées sont proportionnelles au nombre de planètes contenues dans chaque fraction [1]. J'ai indiqué pour

[1] Ces planètes, dont les éléments ont été empruntés à l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1901, sont au nombre de 449.

quelques distances les durées de révolution correspondantes, rapportées à celle de Jupiter.



» La zone de circulation des planètes télescopiques qui s'étend, sur près de 350 millions de kilomètres, depuis la distance 1,94 jusqu'à 4,26, est tellement grande que l'on doit écarter l'hypothèse de la formation de ces astéroïdes par la rupture d'un ou même de plusieurs anneaux. On voit, il est vrai, dans la répartition des orbites, quelques groupements dont le principal est à hauteur de la distance 2,76; mais, outre que dans chaque groupement la densité de la matière est trop faible pour avoir constitué un anneau continu, les planètes qui s'y trouvent ont des inclinaisons variant quelquefois de 0° à 30° et des excentricités allant jusqu'à près de 0,35. On ne s'explique pas comment les débris d'un anneau circulaire, à peu près plat, auraient pu subir une pareille dispersion.

» Dans notre hypothèse de la génération des planètes par agglomérations successives de matériaux circulant à l'intérieur de la nébuleuse solaire, sur des orbites un peu obliques à son équateur, cette répartition, en apparence désordonnée, paraît toute naturelle. La réunion en un seul globe de ces amas de matière a pu se faire pour ceux qui n'ont subi dans leur mouvement circulaire aucune perturbation sensible; mais elle a dû être empêchée pour toutes les petites agglomérations situées dans la sphère d'action de Jupiter, la plus grosse de toutes les planètes. La pesanteur interne étant encore très faible au début de la formation des planètes, ces perturbations ont atteint des valeurs considérables, et elles ont dû se faire sentir principalement aux distances qui donnaient des durées de révolution en rapport simple avec celle de Jupiter (périodes $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$,...). Or, pendant la formation, les points correspondant à ces périodes étaient plus rapprochés du centre, et ils se sont avancés graduellement à la place qu'ils

occupent aujourd'hui. Aussi voit-on apparaître, sur le graphique, des vides et des alternances qui donnent l'impression de coups de hache successifs portés dans la matière nébulaire. Ces inégalités se manifestent surtout en deçà des points où se trouvent actuellement les rapports simples.

» La comparaison des inclinaisons et des excentricités des orbites fera encore mieux ressortir l'influence variable de Jupiter.

» Voici un Tableau qui donne la distribution des petites planètes dont l'inclinaison de l'orbite est supérieure à 20°.

										3,19		
										3,18		
						2,79				3,18		
		2,39				2,77				3,14		
		2,37				2,77				3,14		
		2,33				2,75				3,11		
		2,32	2,42			2,74				3,11		
1,94	. . .	2,31	2,40	2,51	2,63	2,73	2,89	2,99	.	3,11	.	3,39
	$\frac{1}{4}$			$\frac{1}{3}$			$\frac{2}{5}$				$\frac{1}{2}$	

» Ces astéroïdes sont à la fois numérotés et disposés d'après leur distance au Soleil. On voit que les orbites les plus inclinées sont groupées en deçà des points correspondant aux périodes simples; elles ont, pour ainsi dire, été rejetées en dehors par une force agissant obliquement sur leur plan primitif. De semblables déviations ne peuvent s'expliquer que dans l'hypothèse d'une obliquité primordiale de l'orbite.

» Le Tableau suivant, où sont reportées toutes les orbites d'excentricité

					2,69							
					2,68							
					2,67							
					2,67							
				2,59	2,66	**2,79**						
				2,57	**2,66**	**2,79**						
				2,57	2,64	**2,77**						
		2,35		2,56	2,64	2,76	**2,86**					
		2,33	2,42	**2,55**	**2,63**	**2,74**	**2,86**			3,14		
2,15	.	**2,32**	2,40	**2,51**	2,60	**2,71**	2,83	2,91	3,03	3,13	.	3,39
$\frac{1}{4}$				$\frac{1}{3}$			$\frac{2}{5}$				$\frac{1}{2}$	

supérieure à 0,25, nous montre que la plupart d'entre elles se placent

entre 2,51 et 2,79 [1]. Ce groupement ne paraît pas compatible avec l'hypothèse de la génération des petites planètes par rupture d'anneaux provenant de l'atmosphère du Soleil. Dans ce cas, les orbites les plus excentriques seraient les plus voisines de la planète troublante; or, c'est à peu près le contraire qu'on observe. D'après la théorie opposée, de la génération des planètes à l'intérieur même de la nébuleuse solaire, on peut très bien admettre que la plupart des agglomérations formées au début, dans le voisinage rapproché de Jupiter, ont eu leur orbite excentrée au point de finir par s'incorporer à la grosse planète. Les comètes de la famille de Jupiter sont peut-être des résidus échappés à cette absorption. Dans la suite, lorsque l'attraction centrale est devenue prépondérante, les nouvelles agglomérations formées dans les mêmes parages, au delà de 2,70 environ, ont pu s'y maintenir en subissant toutefois, dans leur orbite primitivement à peu près circulaire, des déformations de moins en moins importantes. De ce nombre est la planète 279, Thule, à la distance de 4,26, avec une faible excentricité de 0,080 et une légère inclinaison de 2°22'. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une généralisation d'un théorème de M. Picard.* Note de M. **S. Kantor**, présentée par M. Picard.

« On sait que M. Picard a énuméré au Vol. 100 du *Journal de Crelle* les surfaces de l'espace R_3, dont toutes les sections planes sont unicursales algébriques. La recherche des types des complexes de courbes rationnelles en R_r, dont je me suis occupé, m'a conduit au théorème suivant qui est la continuation de celui de M. Picard :

» *Les* M_{r-1} *de* R_r *qui ont toutes les courbes planes (sections par les* R_2*) unicursales sont :*

» 1. *Les* M_{r-1}^2.

» 2. *Les* M_{r-1}, *qui sont composées par une série unicursale de* R_{r-2}.

» 3. *Les* M_{r-1}^4, *qui sont des cônes projetant d'un* R_{r-3} *une surface biquadratique de Steiner.*

» De l'existence des $\infty^{3(r-2)}$ courbes planes unicursales on déduit

---

[1] Les chiffres en caractères gras s'appliquent aux planètes dont l'excentricité surpasse 0,3.

d'abord (¹) la possibilité (implicite au moins) de représenter la M_{r-1} point par point algébriquement sur le R_{r-1}. On s'appuie à cet effet sur le lemme suivant :

» Si une M_{r-1} contient un complexe ∞^{r-2} d'indice 1 de courbes unicursales et si ce complexe en lui-même est un ensemble unicursal, la M_{r-1} est elle-même unicursale.

» Pour démontrer ce lemme, je transforme la M_{r-1} par une simple construction géométrique en une autre, où les ∞^{r-2} courbes unicursales sont contenues dans un complexe ∞^{r-1} de courbes rationnelles remplissant l'espace R_r. Cela fait, j'applique le principe dit *de la conservation du nombre*, pour conclure que toutes les propriétés de genre, tous les nombres, ordres, rangs, etc., qui s'y rapportent ne changent pas, si les diverses variétés de base du complexe se décomposent, soit jusqu'à ce qu'il n'y ait que des droites, des plans, des $R_3, \ldots, R_i, \ldots, R_{r-2}$ d'appui pour les courbes du complexe et, par suite, pour les courbes en question de la M_{r-1}. Une M_{r-1} affectée ainsi se transformera simultanément avec le complexe, et celui-ci ayant des transversales uniponctuelles et pouvant se transformer en conséquence en un complexe ∞^{r-1} de droites ou, ce qui est la même chose, en un système de ∞^{r-1} droites par un point O, la M_{r-1} se transformera ainsi en un cône rayonnant de sommet O et unicursal, parce que la variété des ∞^{r-2} droites qui le constituent est unicursale. Ainsi les nombres différents qui sont décisifs pour l'unicursalité (et il y en a toujours) sont les mêmes pour ce cône et pour la M_{r-1} et celle-ci sera unicursale par conséquent.

» Or la représentation de la M_{r-1} devant fournir pour les images des courbes planes un complexe de courbes rationnelles engendrées par un système ∞^r de variétés M_{r-2} en R_{r-1}, il ne reste qu'à chercher les types de ces complexes. C'est ce que j'ai réussi à faire et de là résute le théorème énoncé plus haut. Quant au lemme qui intervient dans cette démonstration, on trouve, au Vol. XLIX des *Math. Ann.*, que M. Enriques dit qu'une M_3 est rationnelle lorsqu'elle contient une congruence linéaire de coniques. Mais ce qu'il dit à la page 17 de ce Mémoire ne me paraît pas concluant. En effet, on ne peut pas éviter que la détermination des ∞^1 courbes, qui sont les sécantes uniponctuelles de Nöther (*Math. Ann.*, Bd III) sur les ∞^1 surfaces, comporte des irrationalités essentielles. L'existence d'une M_2 qui rencontre toutes les coniques en des points

(¹) La démonstration complète du théorème est contenue dans un Mémoire, qui va être publié par l'*American Journ. of Mathematics*.

isolés se trouve sous-entendue, et c'est seulement avec une telle M_2 que la démonstration peut s'achever. Mais une telle M_2 n'existe pas toujours, comme par exemple pour la congruence de coniques, qui fut étudiée par M. Montesano et que signale d'ailleurs M. Enriques. »

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur un théorème du Calcul des probabilités.* Note de M. A. LIAPOUNOFF, présentée par M. Picard.

« Le théorème dont il s'agit ici se rapporte à la formule connue de Laplace et Poisson, qui sert à l'évaluation approchée de la probabilité pour que la somme d'un grand nombre de variables indépendantes, soumises au hasard, soit comprise entre certaines limites. D'après le théorème en question, cette formule doit donner la limite vers laquelle tend la probabilité, lorsque le nombre des variables augmente indéfiniment.

» On sait que ce théorème fut l'objet d'un grand nombre de recherches. Mais, jusqu'à celles de Tchebychef, on n'en avait pas de démonstration suffisante, sauf quelques cas très particuliers. Tchebychef eut l'idée ingénieuse d'y appliquer les résultats de ses recherches sur les valeurs limites des intégrales [*Travaux savants* (*Zapiski*) *de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. LV, supplément n° 6], et, plus tard, la question fut reprise par M. Markoff, qui a donné à la méthode de Tchebychef tout le développement qu'elle exigeait (*Bulletin de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 5ᵉ série, t. IX). De cette manière le théorème fut établi, dans certaines conditions, en toute rigueur.

» Toutefois, la démonstration ainsi obtenue était trop détournée. D'ailleurs les conditions mentionnées, qui étaient imposées par la méthode et non pas par la nature de la question, ne paraissaient pas aussi générales que possible. Il était donc désirable d'examiner la question de nouveau, en suivant une autre voie, ce qui m'engagea à entreprendre son étude. Je me suis arrêté à une des anciennes méthodes, celle du facteur discontinu, et en cherchant à la rendre rigoureuse, j'y ai réussi après l'avoir modifiée d'une manière convenable. Ainsi, je suis parvenu à un résultat bien général que je me propose de communiquer dans cette Note (1).

(1) Je dois remarquer que, dans une autre direction, la question considérée était aussi l'objet des études de M. Nekrassoff, qui n'a pas encore publié ses recherches, mais qui a déjà fait connaître les résultats auxquels il est arrivé. Les conditions où s'est placé M. Nekrassoff sont d'une tout autre nature que celles qu'on trouvera énoncées dans cette Note.

» Soit

$$x_1, \quad x_2, \quad x_3, \quad \ldots,$$

une suite indéfinie de variables indépendantes qui, dans chaque épreuve, doivent recevoir des valeurs déterminées appartenant à des ensembles donnés de nombres réels. On suppose que, sans connaître ces valeurs, on sache évaluer, pour chacune des variables, la probabilité d'être comprise entre des limites données quelconques, et l'on désigne par

$$\alpha_i, \quad a_i \qquad (i = 1, 2, 3, \ldots)$$

les espérances mathématiques (valeurs probables) respectivement de

$$x_i, \quad x_i^2 \qquad (i = 1, 2, 3, \ldots).$$

» Alors, si l'on pose

$$\frac{a_1 - \alpha_1^2 + a_2 - \alpha_2^2 + \ldots + a_n - \alpha_n^2}{n} = A,$$

ce qui représente, comme on sait, une quantité essentiellement positive, on aura la proposition suivante :

» *Étant désignés par* δ *un nombre positif ne surpassant pas* 1 *et par* $L^{2+\delta}$ *la plus grande parmi les espérances mathématiques des n quantités*

$$|x_1|^{2+\delta}, \quad |x_2|^{2+\delta}, \quad \ldots, \quad |x_n|^{2+\delta};$$

si, pour une valeur quelconque fixe de δ, *l'expression*

$$\frac{L^2}{A} n^{-\frac{\delta}{2+\delta}}$$

tend vers zéro, lorsque n croît indéfiniment, la probabilité P *des inégalités*

$$z_1\sqrt{2nA} < x_1 - \alpha_1 + x_2 - \alpha_2 + \ldots + x_n - \alpha_n < z_2\sqrt{2nA},$$

quels que soient les nombres donnés z_1 *et* $z_2 > z_1$, *tendra, pour* $n = \infty$, *vers la limite*

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{z_1}^{z_2} e^{-z^2} dz,$$

et cela uniformément pour toutes les valeurs de z_1 *et* z_2.

» J'ajouterai que cette proposition ne suppose point l'existence des espérances mathématiques des quantités x_i^k pour des valeurs de k qui surpassent $2 + \delta$, et que le nombre δ peut être aussi petit qu'on veut; seule-

ment il ne peut être égal à zéro, comme cela résulte de l'inégalité $A < L^2$.

» Le cas le plus important est celui où l'on peut poser $\delta = 1$. Pour ce cas, j'ai développé la démonstration dans un Mémoire qui vient de paraître dans le *Bulletin de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. XIII. En supposant dès le début $\delta = 1$, j'y ai montré comment on peut obtenir, pour la valeur absolue de la différence

$$(1) \qquad P - \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{z_1}^{z_2} e^{-z^2}\, dz,$$

une limite supérieure, dont l'examen conduise immédiatement à la proposition énoncée, et par la discussion de cette limite, j'y ai fait voir qu'en posant

$$\frac{L^2}{A} n^{-\frac{1}{3}} = \varepsilon^2,$$

l'ordre de l'expression (1), pour n infiniment grand, ne sera pas moins élevé que celui de $\varepsilon^3 \log \frac{1}{\varepsilon}$.

» Pour $\delta < 1$, on pourrait démontrer la proposition par la même méthode. Dans ce cas, en posant

$$\frac{L^2}{A} n^{-\frac{\delta}{2+\delta}} = \varepsilon^2,$$

on parviendra à la conclusion que l'ordre de l'expression (1), pour n infiniment grand, ne sera jamais moins élevé que celui de $\varepsilon^{2+\delta}$. »

PHYSIQUE. — *Sur la liquéfaction des mélanges gazeux. Variation des concentrations des deux phases coexistantes liquide et vapeur le long des isothermes.* Note de M. F. Caubet [1].

» Soit un mélange de gaz carbonique et de gaz sulfureux soumis à une compression isothermique. Entre une certaine valeur B_1 de la pression correspondant au point de rosée, et une valeur supérieure P_2 correspondant au point d'ébullition ou au second point de rosée, le système constitue un mé-

---

[1] Travail fait au laboratoire de physique théorique de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

lange double : on y distingue une phase homogène liquide C, et une phase homogène vapeur c.

» Soient M_1 et M_2 les masses respectives des fluides CO^2 et SO^2 contenues à un instant donné dans la phase C. La concentration actuelle de cette phase est par définition :

$$S = \frac{M_2}{M_1 + M_2};$$

on a de même $s = \dfrac{m_2}{m_1 + m_2}$
enfin si l'on pose $\mathfrak{M}_1 = M_1 + m_1$, $\mathfrak{M}_2 = M_2 + m_2$,

$$X = \frac{\mathfrak{M}_2}{\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_2}$$

est la concentration du mélange.

» Peut-on à chaque époque de la condensation connaître les valeurs S et s? Le graphique des lignes limites ([1]) fournit une réponse simple et précise.

» Le système est bivariant; pour de tels systèmes, J. Willard Gibbs a énoncé le théorème suivant :

» Si un système bivariant est en équilibre à une température donnée, sous une pression donnée, la composition qu'affectent au moment de l'équilibre les phases en lesquelles il est partagé est déterminée; elle ne dépend pas des masses des composants indépendants qui servent à former le système.

» M. Duhem y a joint ce deuxième théorème :

» *Si l'on se donne la température, la pression et les masses des composants indépendants qui forment un système bivariant, la masse de chacune des phases au moment de l'équilibre est* en général *déterminée.*

» D'autre part, en discutant analytiquement les conditions d'équilibre d'un mélange double, M. Duhem a montré que la surface limite était la traduction géométrique de ces conditions.

» Considérons le graphique des lignes limites en projection sur le plan TOP. Prenons un point à l'intérieur, par exemple le point

$$T = 66,3, \qquad P = 57,6.$$

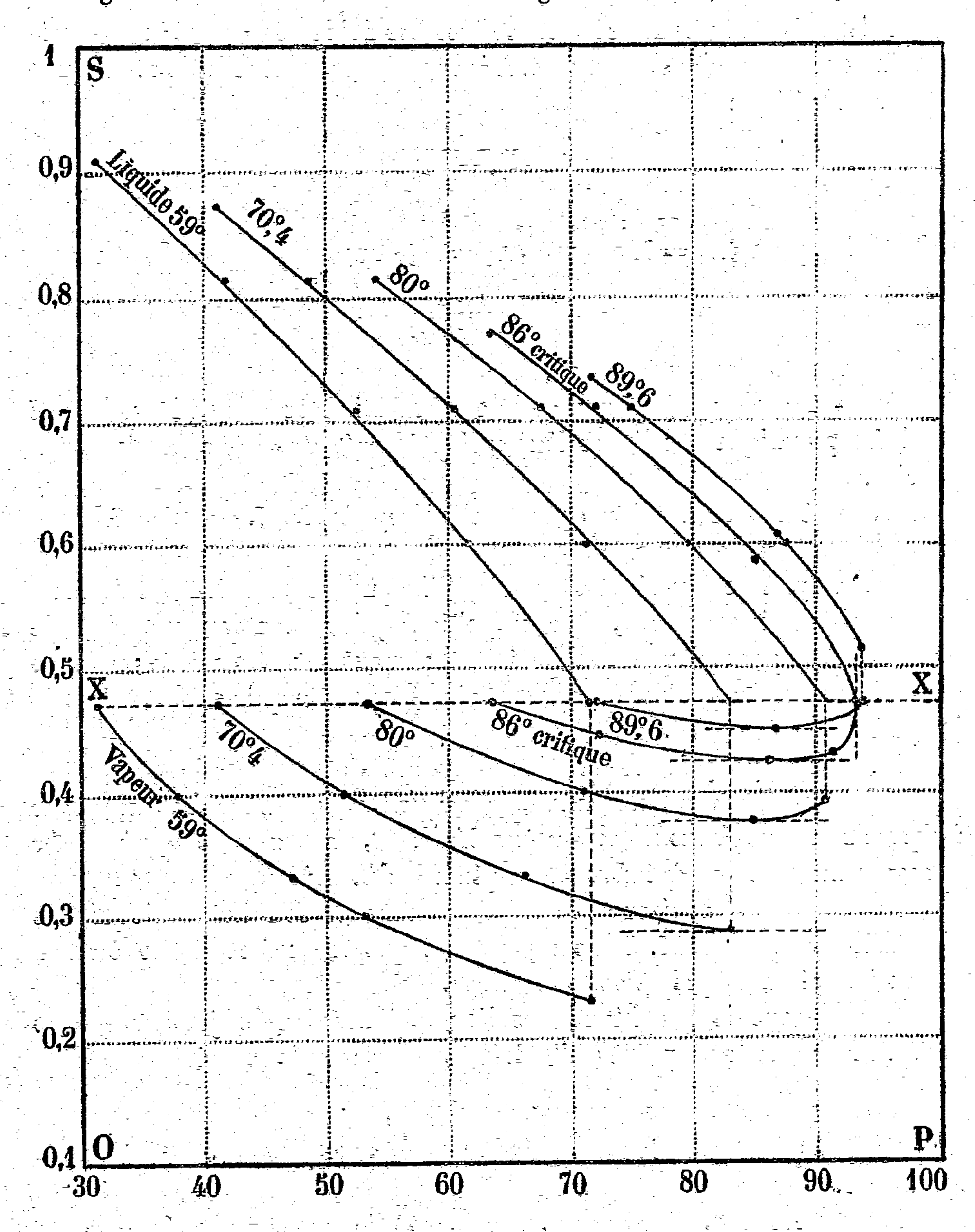
Ce point est à l'intersection de la ligne de rosée n° 3 et de la ligne d'ébullition n° 6.

» Si nous élevons, en ce point, une perpendiculaire au plan TOP, cette

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, séance du t. CXXX, p. 167; 1900.

droite rencontre la surface limite en deux points, le premier appartenant à la ligne de rosée n° 3, le second à la ligne d'ébullition n° 6.



» Le premier théorème sur les systèmes bivariants, joint à la signification de la surface limite, permet d'énoncer la proposition suivante :

» Tout mélange de CO^2 et de SO^2 qui, à la température de 66°,3 et sous la pression de 57,6 atmosphères, est susceptible de présenter deux phases coexistantes, donnera une phase liquide de concentration $X_6 = 0,70926$ et une phase vapeur de concentration $X_3 = 0,33238$.

» Les mélanges capables de présenter dans les conditions énoncées de température et de pression deux phases coexistantes, sont ceux qui comprennent le point considéré à l'intérieur de leur ligne limite. Il y en a une infinité dont les concentrations moyennes sont comprises entre X_3 et X_6.

» D'après le deuxième théorème, chaque mélange sera caractérisé par la masse de sa phase liquide et la masse de sa phase vapeur.

» Si l'on se déplace sur une parallèle à OP depuis un point de rosée jusqu'au point d'ébullition correspondant, on pourra connaître en chaque point, au moyen de la ligne de rosée et de la ligne d'ébullition qui passent par ce point, les concentrations respectives des deux phases coexistantes.

» La figure représente la variation des concentrations le long de cinq isothermes relatives à la ligne limite n° 4. Trois de ces isothermes sont inférieures à l'isotherme critique; l'isotherme 89°,6 est une isotherme de condensation rétrograde.

» Pour l'isotherme critique, les courbes des concentrations du liquide et de la vapeur se rejoignent au point critique situé sur la ligne XX. Elles ont, en ce point, une tangente commune parallèle à OS, résultat exigé par la théorie ([1]). »

CHIMIE. — *Sur quelques propriétés du bioxyde de sodium.* Note de M. DE FORCRAND.

« Les faits signalés par M. G.-F. Jaubert dans les derniers Numéros des *Comptes rendus* m'obligent à présenter les observations suivantes :

» Le 26 décembre 1899, j'ai publié dans les *Comptes rendus de l'Académie* (t. CXXIX, p. 1246) une Note intitulée : *Sur l'hydrate de bioxyde de sodium et la préparation de l'eau oxygénée*. Ce travail aura évidemment échappé à M. Jaubert.

» J'ai indiqué notamment :

» 1° La chaleur de dissolution dans l'eau de Na^2O^2 anhydre, $+14^{Cal},410$,

---

([1]) *Voir* DUHEM, *Traité de Mécanique chimique*, t. IV, Chap. IV, p. 114.

nombre très élevé, comme le faisaient déjà prévoir les expériences de Vernon-Harcourt;

» 2° En sens inverse, la chaleur de dissolution dans l'eau de l'hydrate $Na^2O^2.8H^2O$, qui est négative et égale à $-14^{Cal},868$, et j'ai fait remarquer que la différence est due en partie à la grande chaleur de formation de l'hydrate et en partie à la chaleur de fusion des $8H^2O$;

» 3° La chaleur de formation de cet hydrate $+34^{Cal},081$, pour $8H^2O$ liq., et j'ai comparé ce nombre à celui qui correspond à l'hydrate de BaO^2, lequel est beaucoup plus faible;

» 4° L'analogie d'aspect de ces cristaux d'hydrate $Na^2O^2.8H^2O$ avec l'acide borique;

» 5° La grande stabilité de ces cristaux à froid; en ajoutant cependant qu'au-dessus de $+30°$ ils fondent dans leur eau de cristallisation, avec effervescence d'oxygène. C'est là un résultat prévu par la Thermochimie. En effet, d'après les chiffres précédents, le bioxyde anhydre doit donner d'abord l'hydrate; puis la chaleur dégagée le décompose et il forme de la soude qui se carbonate peu à peu. Finalement la transformation de Na^2O^2 en $Na^2CO^3, 10H^2O$ et oxygène libre correspond à un dégagement de chaleur de $+24^{Cal},73$ d'après mes expériences. C'est d'ailleurs le résultat auquel j'étais arrivé en faisant la même expérience que M. Jaubert, mais en agissant sur une quantité de matière bien moindre ($0^{gr},1$ à 1^{gr} de Na^2O^2 exposé à l'air). Dans ces conditions, 1 partie Na^2O^2 se transforme en 3,5 parties de carbonate de soude hydraté, et cela en très peu de jours.

» Le bioxyde de sodium est bien déliquescent à l'air, et les gouttelettes liquides formées reprennent ensuite l'état solide en se carbonatant, comme le dit le Dictionnaire de Wurtz (qui ne fait d'ailleurs que citer Vernon-Harcourt).

» Le procédé de préparation du bioxyde de sodium décrit par M. Jaubert n'est autre que le procédé donné par Vernon-Harcourt, il y a quarante ans [1], et que j'ai suivi moi-même en 1898 [2], à cette différence près qu'il vaut beaucoup mieux opérer la combustion du sodium directement dans une cornue de verre et éviter la nacelle d'argent.

» J'ai répété plus de vingt fois cette expérience qui m'a toujours

---

(1) *Quarterly Journ. of the Chem. Soc.*, t. XV, p. 276; octobre 1861, et *Répertoire de Chimie pure*, t. IV, p. 374; 1862.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 364 et 514, et t. CXXIX, p. 1246.

donné un corps blanc ou à peu près blanc *à froid*. J'ai signalé la très faible coloration jaunâtre du produit dense qui reste dans la cornue, coloration à peine appréciable pour le bioxyde léger (neige sodée) qui se sublime et qui me semble le plus pur. Il me paraît impossible de dire que ce corps est *jaune*. Peut-être même cette très légère teinte jaunâtre est-elle due à un peu de potassium, car le peroxyde de potassium est d'un beau jaune de chrome.

» Vernon-Harcourt avait déjà annoncé que l'argent est oxydé lorsque le bioxyde du sodium est fondu dans une nacelle d'argent et prend une teinte brune et noire. L'oxydation de l'argent intervient alors, ainsi qu'il l'a expliqué.

» Dans mon Mémoire, j'ai indiqué que *la stabilité de cet hydrate fait qu'il est d'un emploi très commode pour préparer l'eau oxygénée. En dissolvant* 231^{gr} *de cristaux de composition* $Na^2O^2.8,5H^2O$ *dans* 2 *molécules d'acide chlorhydrique* ($36^{gr},5 = 200^{cc}$) *on obtient aussitôt, et sans dégagement de gaz, de l'eau oxygénée neutre et limpide à* 19 *volumes ou* 20 *volumes. Avec de l'acide à* $36^{gr},5 = 100^{cc}$ *on l'aurait à* 30 *volumes, etc.* J'ajoute aujourd'hui que plusieurs personnes se servent, depuis un an, de ce procédé pour avoir immédiatement une petite quantité d'eau oxygénée pure assez concentrée et *neutre* et s'en trouvent bien.

» Quant au procédé de préparation de l'hydrate $Na^2O^2.8H^2O$, donné par M. Jaubert, il n'est qu'une conséquence de sa chaleur de formation connue. Il a l'inconvénient de laisser dans le bioxyde toutes les impuretés que ce corps contient à l'état anhydre. Le bioxyde anhydre, que l'industrie fabrique aujourd'hui en grandes quantités, retient également un peu de soude et de carbonate qui resteraient mélangés à l'hydrate $Na^2O^2.8H^2O$.

» Si, au contraire, on suit exactement le procédé que j'ai décrit dans la Note rappelée plus haut : dissoudre une partie de Na^2O^2 dans quatre parties d'eau à 0°, sans laisser la température dépasser 40°, puis refroidir rapidement à 0°, procédé qui demande tout au plus deux heures, on obtient immédiatement des cristaux nacrés qu'il n'est pas nécessaire de purifier par cristallisation, attendu qu'ils sont absolument purs et notamment exempts de soude et de carbonate retenus par les eaux mères. Je m'en suis assuré encore il y a deux mois, en préparant quelques centaines de grammes de cet hydrate au moyen du bioxyde impur du commerce, dans le but d'étudier les hydrates inférieurs dont je m'occupe actuellement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons du gaz ammoniac avec le chlorure d'aluminium* [1]. Note de M. E. BAUD.

« Persoz [2] avait déjà préparé, en 1830, une combinaison de chlorure d'aluminium anhydre et de gaz ammoniac à laquelle il attribuait la formule $Al^2Cl^6, 6AzH^3$, d'après le volume de gaz absorbé à la température ordinaire. Rose [3] obtint, en 1832, un produit de composition

$$Al^2Cl^6 + 5,36 AzH^3.$$

Il reconnut que ce composé pouvait être distillé sans résidu, en donnant $Al^2Cl^6 + 3,51 AzH^3$. En opérant cette distillation dans une atmosphère d'hydrogène, il obtenait une combinaison moins riche en AzH^3 et dont l'analyse conduisait à la formule $Al^2Cl^6 + 2,35 AzH^3$ [4]. J'ai repris ces expériences et voici les résultats assez différents que j'ai obtenus :

» I. — Lorsqu'on dirige un courant de gaz ammoniac sec sur du chlorure d'aluminium pur placé dans un ballon, à la température ordinaire, le gaz est absorbé avec un grand dégagement de chaleur; au bout de quelques minutes, lorsqu'on opère sur 5^{gr} à 6^{gr} de chlorure, la combinaison se liquéfie.

» Puis, la chaleur dégagée diminuant, la masse reprend l'état solide. Continuant à absorber lentement le gaz, elle devient de plus en plus poreuse et donne finalement une poudre blanche très légère. Les dosages du chlore, de l'aluminium et de l'ammoniac, dans cette matière, ainsi que l'augmentation de poids du ballon contenant le chlorure et préalablement taré, conduisent à la formule $Al^2Cl^6, 12 AzH^3$ [5].

---

(1) Ce travail a été fait à l'Institut de Chimie de l'Université de Montpellier.

(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. XLIV, p. 319.

(3) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. LI, p. 28.

(4) Ces formules ont été calculées d'après les nombres donnés par Rose, qui dosait seulement le chlore et l'aluminium et déterminait l'ammoniac par différence.

(5)

	I.	II.	III.	Nombre théorique.
Augmentation de poids pour 100 de Al^2Cl^6.	76,58	76,30	76,90	76,40
	Cl.	Al.	AzH^3.	Total.
Moyennes de trois analyses.	45,00	11,40	43,49	99,89
Nombres théoriques pour $Al^2Cl^6, 12 AzH^3$.	45,22	11,46	43,22	100,00

» Cette formule correspond à celle de l'hydrate connu de chlorure d'aluminium

$$Al^2Cl^6, 12H^2O.$$

» II. — Comme l'indique sa grande chaleur de formation, ce composé est très stable. Il est beaucoup moins hygroscopique que le chlorure d'aluminium anhydre. Chauffé progressivement, il perd seulement $2AzH^3$ vers 180°, en donnant

$$Al^2Cl^6, 10AzH^3$$ (¹).

Chauffé au bain d'alliage fusible, dans un courant d'hydrogène, le composé

$$Al^2Cl^6, 10AzH^3$$

fond vers 380°, puis bout vers 450°. Il se condense une poudre blanche. La matière recueillie dans le ballon tubulé a la même composition que celle du col de la cornue, qui se trouvait à une température plus élevée. Elle a pour formule

$$Al^2Cl^6, 2AzH^3$$ (²).

» Ce composé est entièrement soluble dans l'eau. En distillant le même corps sans employer le courant d'hydrogène, j'ai obtenu une substance répondant à la formule

$$Al^2Cl^6 + 4,61AzH^3;$$

mais son étude thermique montre que ce n'est qu'un mélange de $Al^2Cl^6, 2AzH^3$ avec $Al^2Cl^6, 10AzH^3$.

» III. — Si l'on opère à une température inférieure à 0°, ou bien si l'on sature par AzH^3 le composé $Al^2Cl^6, 12AzH^3$, qui est assez stable vers +15°, on obtient à −20° ou −23° une nouvelle fixation de gaz ammoniac. Il se forme donc, à température très

---

(¹)

	Cl.	Al.	AzH^3.	Total.
Moyennes de trois analyses.	48,62	12,38	38,76	99,82
Nombres théoriques pour $Al^2Cl^6, 10AzH^3$.	48,74	12,36	38,90	100,00

(²)

	Cl.	Al.	AzH^3.	Total.
Moyennes de trois analyses.	69,73	17,70	12,25	99,68
Nombres théoriques pour $Al^2Cl^6, 2AzH^3$.	70,77	17,94	11,29	100,00

Le dosage de AzH^3 conduit à un chiffre un peu supérieur, soit $2,2AzH^3$. Ce qui s'explique aisément en admettant que le produit, en se condensant, absorbe une petite quantité de AzH^3 libre provenant de la dissociation. Cette quantité est faible, car, au moment où la combinaison distille, la plus grande partie de l'ammoniac en excès a été entraînée par l'hydrogène.

basse, au moins un composé plus ammoniacal. Plusieurs analyses en ont été faites, en laissant le ballon se réchauffer lentement jusqu'à +15°, et recueillant et dosant AzH^3 dégagé. On ajoute alors la quantité d'ammoniac ainsi obtenue à la formule

$$Al^2Cl^6, 12AzH^3.$$

Dans ces conditions, j'ai trouvé $Al^2Cl^6 + 17$ à $18AzH^3$, mais il est probable que la combinaison était déjà en partie dissociée, et l'on ne pourra être certain de sa composition qu'en étudiant les tensions de dissociation de ce corps noyé dans un excès d'ammoniac liquide, comme l'a fait M. Joannis pour certains chlorures ammoniacaux formés à très basse température, et comme je me propose de le faire.

» En résumé, il est dès à présent établi que le chlorure d'aluminium forme avec l'ammoniac au moins quatre composés :

» $Al^2Cl^6, 2AzH^3$, corps très stable, qui distille sans décomposition vers 450°;

» $Al^2Cl^6, 10AzH^3$, très stable encore, puisqu'il se dissocie, sous la pression atmosphérique, vers 380°;

» $Al^2Cl^6, 12AzH^3$, qui se dissocie, sous la pression atmosphérique, vers 180°;

» Enfin un composé $Al^2Cl^6 + 18AzH^3$ environ, beaucoup plus dissociable et qu'on ne peut obtenir qu'aux températures voisines de celle de la liquéfaction de l'ammoniac. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'isolement de l'yttria, de l'ytterbine et de la nouvelle erbine.* Note de MM. **G.** et **E. Urbain**, présentée par M. Haller.

« L'un de nous a décrit un nouveau mode de fractionnement des terres yttriques par la cristallisation des éthylsulfates. Nous avons étudié en commun la composition des parties les plus solubles par des précipitations fractionnées des nitrates par l'ammoniaque en dissolution diluée, et nous avons pu y reconnaître la présence de l'yttrium, du nouvel erbium et de l'ytterbium. Ces fractions ne renferment pas trace des terres du groupe du lanthane. Nous n'avons pas pu y déceler la présence des terres du groupe du samarium et du gadolinium; ces terres étant éliminées par le fractionnement des éthylsulfates bien avant les terres holmiques, dysprosium et nouvel holmium, dont les bandes d'absorption avaient disparu du spectre de notre substance.

» Depuis cette époque, nous avons préparé de grandes quantités de ces

mélanges et nous avons étudié les moyens d'en séparer les composants. La méthode qui nous a donné les meilleurs résultats est encore la décomposition partielle des nitrates par la chaleur. Après des centaines de fusions consécutives, Bahr et Bunsen, par cette méthode, n'ont pu obtenir leurs termes extrêmes que dans un état très relatif de pureté. Leur erbium renfermait de l'ytterbium que découvrit Marignac par l'emploi de la même méthode. Ils n'ont obtenu que très peu d'yttrium. Les résultats que nous avons obtenus sont tout différents.

» Les terres rares brutes de la gadolinite ont été transformées en éthylsulfates. Après dix cristallisations seulement, les eaux mères ne renfermaient plus que les trois éléments : yttrium, erbium et ytterbium, et une trace de thorium.

» Le mélange de ces substances fut transformé en nitrates et le fractionnement ne porta pas sur plus de huit fractions. Après vingt séries de fusion, nous avons obtenu, dans les parties les moins basiques, un mélange d'ytterbium et de thorium. Ces deux substances furent séparées par la méthode de MM. Wyrouboff et Verneuil.

» Le thorium se trouvant dans la gadolinite en quantité extrêmement faible (nous en avons extrait environ 1^{gr} après avoir traité 25^{kg} de gadolinite), il était intéressant de comparer sa radio-activité à celle du thorium de la thorite. Elles ont été trouvées sensiblement identiques.

» Le poids atomique de l'ytterbium fut trouvé égal à 172,6. La dissolution de cette substance était rigoureusement exempte de bandes d'absorption. Les fractions centrales sont d'un rouge intense et donnent, au spectroscope, le spectre pur du néo-erbium sans qu'on puisse observer de variations d'intensité relative entre les bandes des spectres d'absorption des diverses fractions. Ce fait, et un grand nombre d'autres du même genre, nous semblent de nature à détruire la théorie des méta-éléments de Crookes, Krüss et Nilson qui, pour l'édifier, n'ont porté leur attention que sur des mélanges complexes. Dans les dernières fractions, les bandes d'absorption s'affaiblissent graduellement et l'on obtient finalement de l'yttrium dont le poids atomique fut trouvé égal à 88,6.

» En poursuivant le fractionnement, nous avons constamment extrait de notre substance de l'ytterbine et de l'yttria, cette dernière en proportions considérables par rapport à la première.

» Nous avons toujours déterminé les poids atomiques des portions que nous sortions du fractionnement, et les petites différences obtenues avec les nombres précédents peuvent être attribuées à des erreurs d'analyse.

» Nous avons pu réduire les portions intermédiaires à des proportions presque négligeables, mais nous poursuivons ces traitements dans le but d'en atteindre les extrêmes limites.

» Ces heureux résultats sont dus à l'absence, dans notre mélange, des terres du groupe du gadolinium, dont M. Demarçay a montré dans ces derniers temps toute l'importance.

» MM. Muthmann et E. Baur ([1]), qui ont examiné un échantillon de notre yttria, n'y ont pas trouvé le spectre de phosphorescence qu'ils attribuent au gadolinium, quoique ce spectre soit présenté par tous les autres échantillons d'yttria qu'ils ont examinés.

» Nous profiterons de ce que nous avons obtenu des quantités notables d'erbium, d'yttrium et d'ytterbium dans un état déjà grand de pureté pour les purifier de nouveau et déterminer d'une façon plus rigoureuse encore leurs poids atomiques. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un arséniure et un chloro-arséniure de tungstène.* Note de M. **Ed. Defacqz**, présentée par M. Henri Moissan.

« 1° *Arséniure.* — On ne connaît jusqu'ici aucun composé binaire de l'arsenic et du tungstène.

» L'hydrogène phosphoré gazeux réagissant sur l'hexachlorure de tungstène nous ayant donné un composé défini ([2]), nous avons entrepris l'étude de l'action de l'hydrure d'arsenic sur ce même hexachlorure : nous avons isolé une nouvelle combinaison qui a pour formule $TuAs^2$.

» *Préparation.* — On place dans un tube de verre une nacelle contenant l'hexachlorure; on fait passer un courant d'hydrogène arsénié sec que l'on obtient par la décomposition de l'arséniure de zinc par l'acide sulfurique étendu; les gaz, après réaction, passent dans des sécheurs, puis dans des flacons contenant du sulfate de cuivre. Quand l'air de l'appareil est complètement chassé, on chauffe aussi doucement que possible vers 150°-200°, on maintient cette température pendant une heure environ et on l'élève graduellement jusqu'à atteindre au plus 350°; quand les gaz qui sortent des sécheurs ne rougissent plus le papier de tournesol, on arrête l'opération et on laisse le tube se refroidir dans un courant d'hydrogène arsénié; l'action est lente et demande longtemps pour être complète. Le produit est noir, brillant; il contient de l'arsenic libre; pour l'en débarrasser, on le chauffe dans un courant d'hydrogène sec, au bain d'huile, entre 300° et 325°, jusqu'à poids constant.

» *Propriétés.* — C'est une substance noire, à aspect cristallin, qui est insoluble dans l'eau et les différents dissolvants.

» Sa densité est de 6,9 prise à 18°.

» Il est inaltérable à l'air à la température ordinaire, mais il s'oxyde facilement au rouge sombre; il brûle et forme de l'acide tungstique et de l'anhydride arsénieux.

» L'hydrogène est sans action jusqu'à 350°; mais vers 400°-450°, la réduction

---

(1) *Berichte der deutschen chem. Gesell.*, n° 11, p. 1752; 25 juin 1900.

(2) Ed. Defacqz, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 656.

devient rapide, il se forme des produits qui contiennent de moins en moins d'arsenic et, finalement, du métal; le chlore l'attaque facilement bien avant le rouge sombre; on obtient du chlorure d'arsenic et de l'hexachlorure de tungstène; l'oxygène le transforme avec incandescence en acide tungstique; le soufre, à sa température d'ébullition, donne du bisulfure; le phosphore, du phosphure.

» L'acide fluorhydrique et l'acide chlorhydrique n'exercent aucune action sur l'arséniure de tungstène, même à l'ébullition; le mélange d'acide fluorhydrique et d'acide azotique le dissout complètement à froid; l'eau régale chlorhydrique agit de même à chaud, mais, après quelques minutes d'ébullition, il se produit un précipité jaune d'acide tungstique.

» L'acide azotique l'oxyde à chaud avec énergie : il se précipite de l'acide tungstique; l'acide sulfurique est réduit avant son point d'ébullition en donnant lieu à un dégagement d'anhydride sulfureux.

» La potasse ou la soude en solution n'attaque pas l'arséniure, mais, lorsque ces alcalis sont fondus, la réaction est très vive; la masse devient d'abord brune, par suite de la formation de bioxyde de tungstène, puis, à fusion tranquille, elle devient incolore; il s'est formé un mélange d'arséniate et de tungstate alcalins; les mélanges oxydants, azotate et carbonate de potassium, réagissent vivement, quelquefois avec incandescence.

» L'arséniure de tungstène mélangé à du cuivre et chauffé à l'abri de l'air, au point de fusion de ce dernier, est complètement décomposé : il se forme du cuivre arsénié et du tungstène métallique; il en est de même avec l'arséniure de cuivre, même si ce dernier contient 20 pour 100 d'arsenic. Il nous a été impossible d'obtenir, comme nous l'avons fait pour le phosphure ([1]), le composé moins arsénié et cristallisé.

» *Analyse.* — Nous avons employé la même méthode que celle qui nous a servi pour l'analyse des phosphures.

» Nous avons trouvé les chiffres suivants :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé. pour $TuAs^2$.
Tu.	54,98	54,56	55,09
As.	44,35	45,28	44,91

» 2° *Chloro-arséniure.* — Nous avons complété l'étude de l'action de l'hydrogène arsénié en le faisant agir liquide sur l'hexachlorure. On obtient, dans ce cas, un chloro-arséniure Tu^2AsCl^9.

» *Préparation.* — On liquéfie dans un tube, sur quelques grammes d'hexachlorure de tungstène, 5^{cc} à 7^{cc} d'hydrogène arsénié; le tube, fermé, est chauffé pendant deux heures environ entre 60° et 75°. Le tube refroidi est ouvert, on obtient une substance solide.

» *Propriétés.* — Ce chloro-arséniure est noir bleuté formé de petits cristaux d'un

([1]) Ed. Defacqz, *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 32.

aspect semblable à l'hexachlorure, dont il rappelle la couleur; il est très hygroscopique et se décompose lentement au contact de l'air.

» L'eau le détruit pour donner un précipité verdâtre avec mise en liberté d'acide chlorhydrique.

» Il est insoluble dans un grand nombre de liquides : le sulfure de carbone, la benzine, le tétrachlorure de carbone, l'essence de térébenthine, l'alcool absolu, l'éther; ces substances doivent être employées absolument anhydres; il se formerait, sans cela, avec moins d'intensité, les mêmes phénomènes qu'avec l'eau.

» Les acides agissent avec énergie; l'acide azotique en particulier, même très étendu, donne à froid une solution incolore et un précipité jaune franc d'acide tungstique.

» La potasse ou la soude en solution dissolvent ce chloro-arséniure avec facilité.

» *Analyse.* — Nous avons dosé les différents éléments : tungstène, arsenic, chlore, sur deux prises d'essai différentes, le tungstène et l'arsenic sur l'une, le chlore sur l'autre.

» Pour le métal et l'arsenic, nous avons attaqué la substance par l'acide azotique étendu de son volume d'eau à chaud, puis, l'oxydation étant complète, l'acide tungstique qui s'était précipité est mis en solution en ajoutant de l'ammoniaque; les deux éléments sont séparés suivant la méthode employée pour les phosphures.

» Pour avoir le chlore, nous avons décomposé la substance par l'eau en présence d'une petite quantité d'acide azotique, puis nous avons dosé le chlore à l'état de chlorure d'argent.

» Nous avons trouvé les chiffres suivants :

	Trouvé (moyenne).	Calculé pour Tu^2AsCl^9.
Tu	47,36	48,28
As	10,21	9,83
Cl	41,80	41,89

» En résumé, de même que le phosphure d'hydrogène gazeux, l'hydrogène arsénié également gazeux donne, avec l'hexachlorure de tungstène, le biarséniure $TuAs^2$; de plus, l'hydrogène arsénié liquéfié nous a permis d'isoler un chloro-arséniure de formule Tu^2AsCl^9. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le nitrofurfurane* (¹). Note de M. **R. Marquis**, présentée par M. H. Moissan.

« A la suite de tentatives infructueuses ayant pour but de préparer la furfuranamine $C^4H^3O - AzH^2$ par voie indirecte, j'ai entrepris de nitrer le furfurane, afin de réduire ultérieurement le dérivé nitré.

(¹) Travail fait au laboratoire de deuxième année d'enseignement pratique de Chimie appliquée, à la Faculté des Sciences de Paris.

» Après un certain nombre d'insuccès dont la grande oxydabilité du furfurane est une des causes, j'ai adopté le mode opératoire suivant, qui a conduit à des résultats intéressants :

» 10gr de furfurane sont dissous dans 20gr d'anhydride acétique; d'autre part, 50gr d'acide azotique fumant incolore sont dissous dans 80gr d'anhydride acétique. Les deux solutions sont refroidies par un mélange de glace et de sel, et la solution de furfurane est introduite goutte à goutte dans celle d'acide azotique, cette dernière étant constamment agitée. La température ne doit pas dépasser — 5° pendant toute la durée de la nitration.

» Dans ces conditions, on n'observe presque pas de vapeurs nitreuses. Tout le furfurane étant introduit, la solution est versée sur de la glace. On laisse le tout revenir à la température ordinaire et l'on épuise à l'éther deux ou trois fois. La solution éthérée est lavée à l'eau, puis additionnée d'un excès de pyridine pour neutraliser les acides acétique ou azotique que l'éther a pu dissoudre, lavée encore une fois et enfin séchée sur du sulfate de soude.

» L'éther est chassé au bain-marie, et le liquide restant distillé dans le vide jusqu'à commencement de décomposition; le résidu est alors entraîné par la vapeur d'eau; il passe un liquide qui cristallise dans le réfrigérant, et qui constitue le nitrofurfurane.

» Purifié par dissolution dans l'éther de pétrole et évaporation spontanée de cette solution, le nitrofurfurane forme de gros cristaux blanc jaunâtre, facilement clivables suivant une direction; examinée en lumière polarisée convergente, une lamelle de clivage laisse apercevoir deux hyperboles.

» Ces cristaux fondent à 28°; ils sont facilement solubles dans les solvants organiques, très peu dans l'eau. Leur odeur rappelle celle du nitrotoluène.

» Le nitrofurfurane est soluble dans les alcalis; la solution est rouge orangé.

» La détermination du poids moléculaire par cryoscopie dans le bromure d'éthylène a donné les résultats suivants :

Matière			1gr,4991
Dissolvant			62gr,640
Abaissement			1°,10
Poids moléculaire...	112,4	Théorie.....	113

» Les résultats analytiques confirment la formule $C^4H^3O - AzO^2$; la position du groupe AzO^2

```
            CH — CH                        CH — C — AzO²
            ||    ||                       ||   ||
en α        HC    C — AzO²      ou en β    HC   CH
              \  /                           \ /
               O                              O
```

est seule indéterminée encore.

» L'addition de pyridine, au cours de la préparation du nitrofurfurane, a pour but, comme je l'ai dit, de saturer les acides libres, sans faire inter-

venir d'alcalis minéraux, mais j'ai reconnu depuis qu'elle a encore une autre action que l'on pouvait prévoir *a priori*.

» Si, en effet, on distille l'éther sans ajouter de pyridine, on recueille un produit liquide, fort altérable, qui se décompose déjà à la température du bain-marie bouillant, et qui ne peut être entraîné par la vapeur d'eau sans décomposition.

» Ce produit, déjà entrevu par M. Freundler (¹) dans un essai de nitration du furfurane, est de nature évidemment aldéhydique.

» Il réduit instantanément à froid l'azotate d'argent ammoniacal, ainsi que la liqueur de Fehling, et se combine immédiatement à la phénylhydrazine en donnant un corps fusible vers 240°. Traité par l'eau bouillante, il laisse dégager des vapeurs nitreuses, et la solution aqueuse contient alors un corps également réducteur et donnant une phénylhydrazone fusible vers 230°.

» Enfin ce produit liquide, additionné d'une petite quantité de pyridine, se transforme en quelques heures en nitrofurfurane que l'on peut alors entraîner par la vapeur d'eau et qui cristallise par refroidissement.

» Inversement, il semble que l'on puisse transformer le nitrofurfurane dans ce corps liquide par l'action des alcalis ou des acides étendus; en effet, la solution dans l'ammoniaque du nitrofurfurane ne réduit pas à froid l'azotate d'argent ammoniacal, mais la réduction a lieu à l'ébullition. De même, la phénylhydrazine ne réagit pas à froid sur le dérivé nitré, mais réagit en chauffant longtemps en solution acétique.

» Je me propose de poursuivre ces recherches et d'élucider entièrement la question. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Spectres d'absorption des indophénols : loi des groupements auxochromes azotés tertiaires* (²). Note de M. **Paul Lemoult**, présentée par M. Moissan.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 193) et son addition (t. CXXXI, p. 1001), MM. Camichel et Bayrac s'attachent à démontrer la *fixité* de la bande rouge observée dans les spectres d'absorption des « indophénols ». J'ai réussi à obtenir la *mobilité* de cette bande rouge

(¹) *Bulletin de la Société chimique*, 3ᵉ série, t. XVII, p. 419.
(²) Travail fait au Laboratoire de Chimie de l'École Normale.

dans la même série de colorants et à découvrir les causes qui provoquent son déplacement.

» Les échantillons étudiés par MM. Camichel et Bayrac dérivent tous d'un phénol et de la p-amido-diméthylaniline; ils ont donc tous un azote tertiaire. M. Haller ayant bien voulu les mettre à ma disposition ([1]), je me suis servi de ceux qui dérivent du phénol et de l'o-crésol; je les ai comparés avec les colorants obtenus par l'oxydation de mélanges de p-phénylènediamine et de phénol ou d'o-crésol ([2]), qui appartiennent à la même catégorie, mais qui ont un azote primaire, au lieu d'un azote tertiaire.

» Les premiers, dont la solution alcoolique est bleu ciel, observés sous une épaisseur de 4^{mm} (1 mol. $= 2000^{lit}$), laissent voir une bande rouge peu apparente entre les divisions 3 et 12 (milieu 7,5); les autres, dont la solution est bleu violet, donnent une bande rouge bien brillante, de position nettement différente, entre les divisions 8 et 24 (milieu 16). La fixité annoncée par MM. Camichel et Bayrac pour les indophénols n'est donc pas absolue et la règle énoncée par eux se trouve en défaut; il ne saurait plus être question d'y rattacher mes observations sur les « triphénylméthane » (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 839), qui, comme les précédentes, démontrent la mobilité de la bande rouge et établissent les causes du déplacement.

» Ces deux groupes de résultats présentent la plus grande analogie, et mes observations sur le triphénylméthane m'ont conduit à étudier l'ensemble des indophénols au même point de vue, et j'aurais eu l'occasion de rappeler les observations dont ces corps ont été l'objet; mais j'ai dû momentanément laisser de côté les indophénols à deux groupes azotés (indamines) et à deux groupes oxygénés.

» Si l'on se reporte à la théorie des colorants de Witt (*Berichte*, t. IX, p. 522), on voit que les colorants qui ont la même bande rouge ont tous les mêmes groupements auxochromes azotés tertiaires; ils ne diffèrent entre eux que par des substitutions CH^3, C^2H^5, AzO^2, CO^2H, SO^3H, ..., fixées directement sur les noyaux aromatiques et qu'on sait être peu signi-

---

([1]) Ils ont été déposés par M. Bayrac au laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne.

([2]) Ils ont été préparés, comme tous les colorants dont je me suis servi, dans les laboratoires de la Société anonyme des matières colorantes et produits chimiques de Saint-Denis.

ficatives, puisqu'elles n'apportent aucun élément nouveau à la *fonction colorant;* elles compliquent la molécule sans la modifier. Les colorants de même famille qui n'ont pas la même bande rouge diffèrent, au contraire, par un élément essentiel, la nature ou le nombre de leurs groupes auxochromes azotés; c'est ce point que j'ai mis en évidence. Les faits de cette nature peuvent être réunis, pour le moment, dans l'énoncé suivant :

» Les colorants à spectres d'absorption discontinus présentent une bande rouge dont le milieu est fixe (pour une dilution moléculaire et une épaisseur invariables) tant que la molécule ne se complique que de substitutions non significatives ([1]), tandis que le milieu de cette bande se déplace très sensiblement quand on modifie le nombre des groupements auxochromes azotés tertiaires. C'est ce qu'on pourrait appeler la *loi de groupements auxochromes azotés.*

» Naturellement, j'ai l'intention de donner de nouvelles vérifications de cette loi et de l'étendre aux auxochromes oxygénés (OH et ses dérivés).

» J'ajouterai qu'au lieu d'opérer à dilution moléculaire et à épaisseur séparément constantes, on peut faire varier ces deux quantités de façon à maintenir leur produit constant $\left(\frac{E}{N}=\text{const.}\right)$. J'ai fait plusieurs séries d'observations en observant cette condition, et j'ai constaté qu'elles se rangent par couples de deux absolument identiques entre elles, à savoir : dilution $\frac{1}{N}$, épaisseur E d'une part; dilution $\frac{1}{aN}$, épaisseur aE d'autre part. Et cela avec le violet cristallisé, par exemple, depuis la dilution $1^{\text{mol}}=400^{\text{lit}}$ qui donne uniquement une bande rouge brillante jusqu'à la dilution $1^{\text{mol}}=400^{\text{lit}}\times(3,2)^7$, où la solution à peine colorée donne un spectre ininterrompu présentant seulement une très légère bande d'ombre grisâtre.

» Ces expériences m'ont permis de suivre les déformations successives du spectre d'absorption d'un même colorant (résultat observé d'autre part sur les colorants de la garance par M. Rosenstiehl ([1])] avec apparition d'une discontinuité et d'une bande rouge, et m'ont conduit à penser que tous les colorants artificiels pourraient présenter, dans les conditions appropriées, cette particularité. J'ai vérifié cette supposition pour plusieurs séries de colorants, et je me propose de profiter de cette circonstance pour

---

([1]) Il convient de rappeler la participation de MM. Camichel et Bayrac à la démonstration de cette première partie, à savoir l'observation des indophénols dérivés d'un phénol et d'une amine tertiaire.

tenter de nouvelles vérifications de la loi des auxochromes que j'ai établie jusqu'ici pour deux familles seulement (¹). »

CHIMIE. — *Sur de nouveaux composés organométalliques de mercure.* Note de MM. **Auguste Lumière, Louis Lumière** et **Chevrotier**, présentée par M. Armand Gautier.

« Nous avons remarqué que, lorsqu'on traite les phénoldisulfonates alcalins par l'oxyde de mercure, en proportion équimoléculaire, on obtient des composés organométalliques d'une grande solubilité, dans lesquels les réactions ordinaires du mercure se trouvent masquées. Ces substances paraissent présenter un certain nombre d'avantages sur les composés mercuriels utilisés jusqu'ici. Leur étude chimique fera l'objet d'un Mémoire spécial; nous nous proposons d'en signaler aujourd'hui, d'une manière très succincte, quelques-unes des principales propriétés.

» Le mercure-phénoldisulfonate de sodium, obtenu à partir du sel de sodium de l'acide phénoldisulfonique, se présente sous la forme d'une poudre blanche, amorphe, contenant 40 pour 100 de mercure environ, très soluble dans l'eau (22 pour 100 à 15°).

» Les solutions de ce corps ont perdu la saveur métallique que présentent les composés mercuriels; elles n'ont que la saveur salée des sels de sodium. Elles ne précipitent, ni par la soude, ni par l'acide chlorhydrique, ni par le sulfhydrate d'ammoniaque. Leur stabilité est suffisante pour que l'on puisse les chauffer à l'autoclave à 120° pendant vingt minutes sans trace de décomposition.

» Elles ne précipitent pas l'albumine à froid. Elles sont dépourvues d'action irritante : une solution à 4 pour 100 maintenue pendant plusieurs heures en contact avec la peau, au moyen d'un pansement humide, ne détermine aucune réaction; quelques gouttes de la même solution introduites dans l'œil d'un lapin ne provoquent aucune rougeur de la conjonctive. L'injection sous la peau ou dans le tissu musculaire d'une solution à $\frac{1}{500}$ est absorbée facilement et ne détermine ni induration ni abcès.

» Cette absence d'action irritante est d'autant plus curieuse que ces corps paraissent conserver d'autre part les propriétés énergiques des composés hydrargyriques dans lesquels le mercure n'est pas dissimulé.

(¹) *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, p. 487; juillet 1879.

» En étudiant le pouvoir antivégétatif, on peut constater que des ballons de bouillon stérile, additionnés de mercure-phénoldisulfonate de sodium dans la proportion de $\frac{1}{1000}$, et ensemencés avec des cultures d'Eberth, de bacille pyocyanique, de staphylocoque, de *subtilis*, de *lactis* et mis à l'étuve, restent stériles. A $\frac{1}{5000}$ et $\frac{1}{10000}$ la végétation est notablement retardée. La dose de $\frac{1}{2000}$ suffit pour empêcher la putréfaction du sang, du bouillon, de l'urine.

» D'une manière générale le contact des solutions de $\frac{2}{1000}$ à $\frac{5}{1000}$, pendant cinq minutes, et même quelquefois deux minutes dans le cas de certains micro-organismes, suffit pour tuer les cultures citées plus haut.

» Le coefficient de toxicité, déterminé chez le lapin par injection intraveineuse d'une solution à 1 pour 100, a varié entre $0^{gr},032$ et $0^{gr},039$ par kilogramme d'animal.

» Par voie sous-cutanée, chez le cobaye, l'injection de $0^{gr},25$ par kilogramme tue en quarante heures; la survie est de cinquante heures pour $0^{gr},20$ et de quatre jours pour $0^{gr},10$: le coefficient de toxicité, par cette voie et pour cet animal, est d'environ $0^{gr},05$ par kilogramme ; la mort survient alors de cinq à six jours après l'injection.

» Par ingestion, la dose mortelle chez le cobaye est de 0,20 par kilogramme; les phénomènes toxiques évoluent, dans ce cas, en 3 jours environ.

» Nous nous proposons, dans des communications ultérieures, d'étudier plus complètement la toxicité, les propriétés antiseptiques et antivégétatives de ces substances, leur action sur les grandes fonctions, sur la nutrition, sur les ferments digestifs, etc. Nous n'avons voulu pour le moment que signaler très sommairement l'intérêt que présentent ces corps en raison de leur pouvoir antiseptique élevé, alors qu'ils sont dépourvus de toute action irritante, même en solutions concentrées.

» La propriété qu'ils ont de ne point précipiter les substances albuminoïdes permet de les administrer en injection souscutanée. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le mécanisme des actions diastatiques.* Note de M. **M. Hanriot**, présentée par M. A. Gautier.

« Les travaux modernes de Biologie nous ont montré que la plupart des réactions qui se passent dans les cellules animales ou végétales sont provoquées par des diastases. Si le mécanisme même de ces réactions n'a pas été mis en lumière, cela tient à ce que les procédés que nous avons l'habitude d'utiliser en Chimie ne sont pas applicables ici : les diastases

n'ont jamais pu être obtenues pures; la comparaison de leurs différentes analyses prouve que les corps décrits comme tels étaient surtout des matières albuminoïdes entraînant une quantité inconnue de ces ferments; d'autre part, leurs effets étant, par définition même, indépendants de la quantité de diastase employée, ne peuvent non plus éclairer sur le mécanisme de leur action.

» Wurtz ayant montré qu'un flocon de fibrine que l'on trempe dans une solution de papaïne, puis que l'on met, après lavage, en contact avec l'eau, se peptonise, en conclut que la papaïne se combinait avec la fibrine; M. A. Gautier est arrivé à des conclusions analogues en constatant que la pepsine se fixe sur une floche de soie et peut lui être enlevée par l'acide chlorhydrique faible. Bien que ces expériences rendent vraisemblable l'hypothèse de la combinaison, on pourrait leur objecter que beaucoup de substances colloïdales, comme sont la fibrine et la soie, ont la propriété de fixer les ferments sans qu'il s'agisse là d'une véritable combinaison. Si de tels composés existent, ils doivent n'être que transitoires, puisque le ferment se maintient avec la même activité pendant toute la durée de l'action; ils doivent donc se former et se détruire avec la plus grande facilité.

» J'ai cherché à les mettre en évidence par un procédé tout à fait différent, et je me suis adressé pour cela au ferment saponifiant des graisses, la sérolipase, à cause de l'exactitude de son dosage et de la facilité avec laquelle on peut se débarrasser des produits de la réaction. Ceux-ci sont formés de glycérine et d'acides gras. Or j'ai démontré dans des Notes antérieures que, tandis que la lipase est sans action sur les dérivés alcoylés de la glycérine, elle dédouble tous les éthers des acides organiques, quel que soit l'acide qui s'y trouve. Dans l'hypothèse précédente, il faut donc admettre que la lipase se combine aux acides en formant une combinaison que l'eau dédouble. J'ai cherché à le vérifier par l'expérience.

» *Action de l'acide acétique sur la lipase.* — Toutes les expériences ont été conduites de la façon suivante : 1^{cc} de sérum était additionné d'un certain nombre de gouttes d'acide nitrique au $\frac{1}{10}$, et maintenu quarante minutes à 17°; puis on neutralisait et l'on dosait dans le liquide l'activité de la lipase.

Nombre de gouttes d'acide	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Activité	14	13,2	11,3	10,9	6,7	5,5	1	0	0	0	0

» On voit donc que, au fur et à mesure que l'on augmente la dose d'acide, l'activité de la lipase disparaît, comme si la lipase s'unissait avec l'acide en formant une combi-

naison inactive. Il est à remarquer que l'acide acétique précipite le sérum, mais le liquide filtré donne les mêmes réactions avec une énergie presque égale.

» Ce premier fait de diminution de l'énergie par les acides cadre donc bien avec l'hypothèse de la combinaison, mais il faut en plus que celle-ci se dédouble aisément. Pour le vérifier, j'ai fait dans le même sérum acidifié des dosages à des temps variables après la neutralisation.

» Voici les résultats obtenus :

Nombre de gouttes de l'acide...........	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Activité immédiatement après la neutralisation........	14	13,2	11,3	10,9	6,7	5,5	1	0	0	0	0
1 heure après........	14	13	13	11	9,3	6,6	3	3,3	0	0	0
2 heures après.......	14	13	13	9,5	10	12	9	10	6	5	2

» On voit donc peu à peu l'activité de la lipase reparaître et se rapprocher du taux primitif, mais au bout d'un temps d'autant plus long que la dose d'acide primitivement employé a été plus forte. C'est, je crois, le premier exemple d'un ferment qui, après avoir été atténué ou même en apparence détruit par une action chimique, est susceptible de se régénérer et de revenir presque à son énergie primitive. On voit que tous ces faits sont favorables à l'hypothèse de la combinaison avec les acides, combinaison décomposable après neutralisation.

» J'ai obtenu du reste des résultats analogues, mais bien moins énergiques, en remplaçant la neutralisation de la solution acide par sa dilution par une grande masse d'eau, mais ici les résultats sont plus complexes, puisque le dosage se fait en solution étendue, et j'ai montré autrefois que la dilution influe sur ces dosages.

» J'ai dit plus haut que le précipité donné par l'acide acétique dans le sérum était peu actif; il le devient après un long contact avec l'eau.

» *Action des différents acides sur la lipase.* — J'ai montré précédemment que les divers éthers éthyliques étaient attaqués par la lipase, mais d'une façon très inégale; les éthers minéraux sont à peine saponifiés, tandis que les éthers organiques le sont tous. Ceci pourrait se concevoir de deux façons : ou bien les acides minéraux ne sauraient s'unir avec la lipase, ou bien la combinaison ne serait pas dédoublable. Pour vérifier laquelle de ces deux hypothèses est la vraie, j'ai fait agir sur une même quantité de sérum des quantités équimoléculaires d'acides divers pendant le même temps (trente minutes), puis j'ai dosé : 1° l'activité du ferment immédiatement après neutralisation; 2° cette activité un certain temps après neutralisation de l'acide; le Tableau suivant contient les résultats :

	SO^4H^2.	HCl.	AzO^3H.	$C^2H^2O^4$.	CH^2O^2.	$C^2H^4O^2$.	$C^4H^8O^2$.
Activité immédiatement..	1	1	2	9	6,5	6	14
» après 2^h45^m.....	1	2	1	9	15	27	19
» après 3^h45^m.....	0	7	1	12	15	25	18

» Ces chiffres prouvent donc que la lipase se combine avec tous les acides en

donnant des combinaisons peu actives; celles-ci se dissocient facilement si les acides sont organiques, tandis que la décomposition n'a lieu qu'avec une extrême lenteur pour les acides minéraux. On conçoit donc que la lipase ne dédouble pas leurs éthers.

» En résumé, je montre dans la présente Note :

» 1° Qu'un ferment, atténué par une action chimique, peut se régénérer et revenir à son activité première;

» 2° Que l'action de la lipase sur les acides et les éthers semble être une combinaison chimique régie par les lois de la dissociation.

» Dans une prochaine Note, je montrerai les conséquences que l'on peut déduire de ce dernier énoncé et leur vérification expérimentale. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la pluralité des chlorophyllines et sur les métachlorophyllines.* Note de M. **M. Tsvett**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans une précédente Note [1] nous avons donné la préparation d'un pigment chlorophyllien bleu, cristallisable, la *chlorophylline bleue*. Il est certain que ce pigment n'est pas seul à marier sa couleur à celle des pigments jaunes pour donner le vert des plantes. A côté de la chlorophylline bleue il en existe d'autres dont la préparation, beaucoup plus malaisée, formera l'objet de nos recherches ultérieures. Mais nous pouvons affirmer dès aujourd'hui que la bande fondamentale de la chlorophylle est double et que sa partie gauche, tournée vers le rouge, appartient à la chlorophylline bleue, le segment dextre, beaucoup plus faible, étant dû à une seconde chlorophylline.

» Pour rendre évidente cette duplicature de la bande fondamentale, on n'a qu'à faire usage de la méthode de dissolution différentielle dans un système biphasé (benzine-alcool 80 pour 100). On obtient facilement une solution alcoolique où la chlorophylline dextre prédomine et où la bande fondamentale apparaît élégamment scindée en deux. On sait d'ailleurs que dans le spectre des feuilles vivantes la bande fondamentale se trouve également dédoublée (Wegscheider, Mann, Monteverde). Hagenbach, dans de belles recherches sur les propriétés optiques de la chlorophylle, a

(1) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 842.

montré que la lumière rouge fluorescente émise par cette matière peut se résoudre en deux bandes.

» La duplicature de la bande fondamentale et l'existence de deux composantes chlorophylliennes fluorescentes ont été signalées depuis longtemps par Sorby ([1]), dont les travaux sont injustement tombés dans l'oubli. Nous avons dit d'ailleurs que la méthode du savant anglais ne conduit point pratiquement à des produits purs. MM. Marchlewsky et Schunck ([2]), qui ont répété les expériences de Sorby en suivant sa propre méthode, confirment en partie ses résultats. Mais ces auteurs semblent avoir obtenu des solutions encore moins pures que celles de Sorby, et c'est à tort qu'ils attribuent aux deux *chlorophylles* une bande située entre F et G. Cette bande manque certainement à la chlorophylline bleue.

» Chez beaucoup de plantes, les chlorophyllines subissent au contact de substances cellulaires inconnues, et en présence d'alcool, une transformation remarquable : si l'on broie des feuilles de tilleul, de sureau ou de rose et que l'on humecte le magma avec de l'alcool ou encore avec de l'éther, du chloroforme ou du benzol, la teinture préparée au bout de quelque temps en extrayant par l'alcool présente des propriétés anormales. Agitée avec de la benzine, elle ne lui cède presque pas de chlorophyllines. Cette transformation est parfois très rapide; chez le tilleul, nous l'avons trouvée complète en cinq minutes.

» Nous appellerons *métachlorophyllines* les chlorophyllines ainsi modifiées.

» A un degré de transformation différent, les chlorophyllines (ou l'une d'elles) ne se combinent plus à l'hypochlorine dans le résidu d'évaporation de l'alcoolature. On obtient alors de beaux cristaux vert foncé, absolument insolubles dans la benzine. Ces cristaux ont été découverts en 1881 par M. Borodine par voie microchimique, et l'éminent botaniste russe les considérait avec raison comme un dérivé de la chlorophylle. M. Monteverde, plus tard, a voulu y voir la chlorophylle native elle-même et lui a donné l'appellation différentielle impropre de *chlorophylle cristallisable*. Nous proposons de nommer *métachlorophylline* β le dérivé cristallin découvert par M. Borodine. »

([1]) *Proceed. of the Roy. Soc.*, t. XXI, p. 442; 1877.

([2]) *Journ. of the Chem. Soc.*, t. XXVII, p. 1081; septembre 1900.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur un pseudo-acide agaricique.* Note de MM. ADRIAN et TRILLAT, présentée par M. Armand Gautier.

« Il existe des divergences notables au sujet de la composition et des propriétés du produit retiré de l'agaric blanc et désigné sous le nom d'*acide agaricique*. Fleury (¹) lui attribue la formule $C^{16}H^{28}O^5$ et un point de fusion de 145°,7. D'après Thaerner (²), la véritable formule serait $C^{13}H^{30}O^2$ avec un point de fusion de 69°,5. Hofmeister (³) lui assigne comme point de fusion 138° et Körner (⁴) 141°-142°.

» Nous avons entrepris l'étude du produit retiré de l'agaric par la méthode suivante :

» L'agaric en poudre grossière est épuisé par 10 parties d'alcool bouillant à 95 degrés. On obtient un extrait alcoolique que l'on distille et que l'on épuise de nouveau par de la benzine à chaud. Par refroidissement, il se dépose une masse qui, après plusieurs cristallisations dans l'alcool bouillant, constitue notre substance. Nos analyses ont donné :

	I.	II.
Carbone	74,77	74,73
Hydrogène	9,83	9,99
Oxygène (par différence)	15,40	15,28
	100,00	100,00

» *Ébullioscopie de la substance.* — 3gr,6294 de substance ont été dissous dans 60gr,5 d'acide acétique. L'élévation du point d'ébullition étant de 0°,24 et la constante de 25,3, on a, d'après la formule connue :

$$M = \frac{3,6294 \times 100 \times 25,3}{0,24 \times 60,5} = 632.$$

» La formule $C^{39}H^{60}O^6$ donne comme poids moléculaire et comme composition centésimale

C^{39}	468	soit	75,00
H^{60}	60	»	9,62
O^6	96	»	15,38
Total	624		100,00

(¹) *Bulletin de la Société chimique*, t. XIII, p. 193; 1870.
(²) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, t. III, p. 41; 1881.
(³) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, t. XX, p. 449; 1889.
(⁴) *Pharmaceutische Zeitung*, t. XLI, p. 637; 1896.

» *Constitution.* — Nous avons essayé d'établir la constitution du corps $C^{39}H^{60}O^{6}$ par la fusion avec la potasse.

» Dans la partie acide du produit distillé nous avons constaté l'absence d'acide benzoïque, phtalique, etc. La recherche du phénol, de la résorcine, de la pyrocatéchine et de la phloroglucine n'a donné que des résultats négatifs.

» Mais nous avons obtenu, comme dérivés principaux de cette distillation sur la potasse, deux produits bien distincts. Le premier est un liquide présentant des analogies avec un acide gras non saturé et ayant un point d'ébullition de 180°-190°; le deuxième est un liquide neutre appartenant à la série aromatique et doué d'une odeur poivrée. Traité par l'acide azotique fumant en solution acétique, il donne un dérivé nitré insoluble dans l'eau qui se décompose lentement à une température de 50°. En le chauffant rapidement on peut cependant avoir son point de fusion qui est dans le voisinage de 100°.

» Ce dérivé nitré est insoluble dans les alcalis : soude, potasse, carbonates alcalins, etc. Il se laisse réduire et diazoter. En copulant le nitrodérivé réduit par la méthode habituelle avec le sel R, on obtient une matière colorante qui teint les tissus en brun rougeâtre.

» *Propriétés du principe cristallisé retiré de l'agaric.* — Le produit $C^{39}H^{60}O^{6}$ cristallise en aiguilles dont le point de fusion, après dessiccation, est à 258° (corr.); après une exposition de plusieurs jours à l'humidité, ce point de fusion s'abaisse à 240°.

» Cette substance est insoluble dans l'eau froide et très légèrement soluble dans l'acide chlorhydrique et la soude à chaud. Elle se dissout dans la plupart des dissolvants organiques bouillants. Dans l'acide sulfurique concentré, elle disparaît en donnant une coloration jaune; une addition d'eau la reprécipite sans transformation. La solution sulfurique additionnée d'une trace d'acide azotique donne une coloration pourpre orangée.

» La solution acétique ne fixe pas le brome à froid, même après plusieurs jours de contact.

» *Oxydation.* — Nous avons étudié le produit d'oxydation obtenu par l'acide chromique en solution acétique. Ce sont des lamelles blanches très peu solubles dans l'eau bouillante, insolnbles dans la potasse, solubles dans l'acide sulfurique concentré sans altération. Elles se ramollissent à une température de 175° et se décomposent complètement vers 185°. La combustion a donné : carbone, 69,11 pour 100, et hydrogène 8,47 pour 100.

» En résumé, le corps retiré de l'agaric par le traitement à l'alcool ne peut être désigné sous le nom d'*acide*. Des expériences récemment instituées par M. le Dr Bardet viennent d'établir qu'il n'était doué d'aucune propriété physiologique, en sorte que celles qui ont été attribuées à ce corps par les auteurs pourraient bien provenir de la présence de résines qui accompagnent l'agaric. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Transformation de la créatine en créatinine par un ferment soluble déshydratant de l'organisme* (¹). Note de M. E. **Gérard**, présentée par M. Armand Gautier.

« Voit avait déjà pensé que la créatine de l'organisme était transformée en créatinine très vraisemblablement dans les reins (²). Le but de nos recherches a été de savoir si cette déshydratation de la créatine pour donner son anhydride interne, la créatinine, n'était pas produite par un ferment soluble sécrété par le rein, et, pour cela, nous avons essayé de déshydrater la créatine par l'extrait aqueux de rein de cheval. Après plusieurs essais, nous avons acquis la certitude que la recherche de la créatinine susceptible d'être produite n'était possible qu'en opérant avec un extrait aqueux d'un rein lavé par une injection prolongée d'eau distillée faite par les vaisseaux de l'organe excisé.

» Les extraits aqueux ont été obtenus en prenant seulement la partie corticale et décolorée du rein lavé que l'on pulpe et que l'on met en macération avec son poids d'eau distillée additionnée de chloroforme pour empêcher l'envahissement des microorganismes. La macération aqueuse de rein préparée dans ces conditions ne se colore pas en rouge par le nitroprussiate de soude et la soude étendue (réaction de Weyl pour la créatinine).

» La créatine qui a servi à nos recherches a été préparée par nous; elle était exempte de traces de créatinine. Voici les faits observés :

» *a*. 50^{cc} d'extrait aqueux limpide de rein lavé sont additionnés de $0^{gr},20$ de créatine et de 2^{cc} de chloroforme.

» *b*. 50^{cc} du même extrait sont portés à l'ébullition et additionnés, après refroidissement, de $0^{gr},20$ de créatine et de 2^{cc} de chloroforme.

» Les deux lots sont placés à l'étuve chauffée à 40°. Au bout de vingt-quatre heures, les liquides sont soumis directement à la recherche de la créatinine par la réaction de Weyl. Le lot *a* donne une coloration rouge légèrement rubis passant ensuite au jaune, tandis que le lot *b* ne donne qu'une coloration jaune. Après quarante-huit heures de séjour à l'étuve, la réaction du lot *a* est plus intense, le liquide *b* donnant toujours un résultat négatif.

(¹) Travail du laboratoire de Chimie biologique de la Faculté de Médecine de Toulouse.

(²) *Zeitsch. für Biologie*, t. IV, p. 177.

» Ces expériences ont été plusieurs fois répétées en opérant aussi avec des proportions de créatine plus élevées; les résultats ont été identiques aux premiers.

» Mais comme la réaction de Weyl n'est pas absolument caractéristique de la créatinine (Legal, OEschner de Koninck), nous avons séparé celle-ci par le procédé de Wörner ([1]) en prenant toutes les précautions possibles pour ne pas, pendant les traitements, transformer la créatine en créatinine.

» Pour cela, les extraits aqueux refroidis à 0° sont acidifiés par de l'acide sulfurique dilué et précipités par l'acide phosphotungstique. Dans ces conditions, la créatinine seule est précipitée, la créatine reste en solution. Le précipité, lavé à l'eau glacée, est mis à bouillir avec de l'eau à plusieurs reprises pour dissoudre le phosphotungstate de créatinine. Les solutions obtenues sont additionnées d'eau de baryte jusqu'à réaction alcaline. On filtre, l'excès de baryte est séparé par un courant d'acide carbonique. Le filtrat est évaporé au bain-marie et le résidu est soumis à la réaction de Weyl.

» Le produit du traitement du lot *a* donne, d'une façon très nette, la réaction de Weyl, tandis que celui du traitement du lot *b* ne donne qu'une coloration jaune légèrement rougeâtre.

» En plus de la réaction de Weyl, nous avons aussi obtenu, avec le lot *a*, la réaction de Jaffé, c'est-à-dire une coloration rouge foncé avec l'acide picrique due à la créatinine. L'extrait aqueux *b* bouilli ne donne rien dans ces conditions.

» La proportion de créatinine ainsi formée dans nos expériences est faible, si l'on en juge par l'intensité de la réaction de Weyl, bien que dans le cas particulier d'un rein de jeune cheval cette quantité parût plus grande; mais il est bien démontré que l'extrait aqueux de rein de cheval peut transformer la créatine en créatinine.

» Cette action est due vraisemblablement à un ferment soluble.

» Nous rencontrons une fois de plus cette action déshydratante des macérations aqueuses de rein. Récemment MM. Abelous et Ribaut ([2]) ont en effet réalisé la synthèse de l'acide hippurique par des macérations aqueuses fluorées de rein de cheval.

» En plus des phénomènes de déshydratation qui s'accomplissent dans le tissu rénal, on observe aussi des phénomènes d'hydratation, et l'on sait que Schmiedeberg et Minkowski ont signalé dans le tissu du rein de porc et de chien la présence d'un ferment soluble, l'*histozyme* de Schmiedeberg,

---

([1]) *Zeitsch. f. Physiol. Chem.*, t. XXVII, p. 12.

([2]) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. LII, p. 543; 1900.

qui décompose l'acide hippurique en acide benzoïque et glycocolle. En outre, dans des expériences en cours, nous avons pu voir que l'extrait de rein lavé provenant surtout d'animaux jeunes hydrolise certains glucosides. A côté d'une réaction d'un ordre déterminé l'on voit très souvent se produire, avec des macérations d'organes, le phénomène inverse. A cet égard, nous rappellerons qu'avec M. E. Abelous nous avons montré la coexistence dans le sein d'un ferment réducteur et d'un ferment oxydant. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Modes de formation et préparation du propylbenzène.* Note de M. F. **Bodroux**, présentée par M. Troost.

» En faisant réagir le bromure de triméthylène sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium, j'ai obtenu, en même temps que le diphénylpropane symétrique, du propylbenzène en quantité notable. Cet hydrocarbure provient, sans aucun doute, de la décomposition par le chlorure d'aluminium d'une partie du diphénylpropane qui prend naissance dans cette réaction.

» Voici le mode opératoire employé :

» J'ai placé dans un ballon 250gr de benzène, 30gr de chlorure d'aluminium et 90gr de bromure de triméthylène. A froid, il n'y a pas eu de réaction. Après trois heures de repos il s'est formé deux couches de liquide, le chlorure d'aluminium étant presque complètement dissous dans la couche inférieure. J'ai alors chauffé le ballon au bain-marie, après y avoir adapté un réfrigérant ascendant. Vers 60°, une réaction tumultueuse s'est déclarée et a continué pendant un certain temps. Lorsque le dégagement d'acide bromhydrique s'est ralenti, j'ai élevé la température progressivement jusqu'à 100° et je l'ai maintenue jusqu'à ce que la quantité théorique d'HBr ait été recueillie dans un flacon taré rempli d'eau.

» Le liquide du ballon a été alors projeté, par petites portions, dans l'eau froide, puis décanté et lavé de nouveau : enfin, je l'ai recueilli et séché sur du chlorure de calcium. Après avoir chassé l'excès de benzène par distillation, j'ai rectifié les produits de l'opération, ce qui m'a donné :

24gr de liquide passant entre 130° et 250°
26gr » » 250° et 300°

Un résidu goudronneux est resté dans le ballon.

» La portion 250°-330° a été soumise à une série de rectifications dans un ballon de Wurtz. J'ai ainsi obtenu 15gr de produit passant entre 290° et 300°. Le point d'ébullition est celui du diphénylpropane symétrique

$$C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - CH^2 - C^6H^5,$$

et j'ai vérifié la formule de constitution de cet hydrocarbure en le soumettant à l'action d'un excès de brome en présence du bromure d'aluminium. Cette opération ne fournissant pas trace d'hexabromobenzène, aucun des noyaux benzéniques n'est uni à un groupement $(CH)'''$.

» Le liquide recueilli entre 130° et 250° a été rectifié dans un appareil à colonne. A la deuxième distillation il passe presque tout entier entre 157° et 159°.

» J'ai obtenu 18gr de ce liquide, qui constitue un propylbenzène $C^6H^5 - C^3H^7$.

» Pour déterminer sa formule de constitution je l'ai traité par un excès de brome contenant en solution 1 pour 100 d'aluminium. Au bout de six heures, le produit après évaporation a été traité par la potasse, puis par l'acide chlorhydrique, enfin lavé à l'eau et séché. L'alcool bouillant le dissout et par refroidissement laisse déposer de longues aiguilles blanches, groupées en étoile, fondant à 96° et constituant le pentabromopropylbenzène

$$C^6Br^5 - CH^2 - CH^2 - CH^3.$$

» Cependant l'alcool laisse un faible résidu soluble dans le benzène bouillant : par refroidissement, ce dissolvant abandonne des aiguilles blanches d'hexabromobenzène C^6Br^6 fusibles sans décomposition à 316°.

» Or le brome agissant sur le propylbenzène normal en présence du bromure d'aluminium donne du pentabromopropylbenzène; agissant sur l'isopropylbenzène, il fournit uniquement du benzène hexabromé (1). Par conséquent, le carbure passant entre 157° et 159° est un mélange des deux isomères. Pour déterminer la proportion de cumène qu'il contient, j'ai soumis à la bromuration 3gr de ce corps, qui m'ont donné 13gr de bromures d'où j'ai retiré 0gr,2 de benzène hexabromé, ce qui correspond à 0gr,04 d'isopropylbenzène. La proportion de ce dernier carbure est donc de 1,3 pour 100.

» Par conséquent, on peut considérer la portion 157°-159° comme formée de propylbenzène sensiblement pur, et l'action du bromure de triméthylène sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium pourra permettre de préparer rapidement des quantités notables de ce corps.

» Le brome à 160° réagit sur lui en fournissant le dibromure de phénylallyle

$$C^6H^5 - CHBr - CHBr - CH^3$$

fusible à 66°. C'est là une nouvelle vérification de sa formule de constitution.

» Ce résultat obtenu, j'ai songé à examiner le carbure $C^6H^5 - C^3H^7$ qui prend naissance dans l'action du bromure de propylène sur le benzène, en présence du chlorure d'aluminium. Silva (2), qui a étudié sa formation, le considérait d'abord comme formé uniquement de cumène, puis, après que MM. Wispeck et Zuber (3) eurent reconnu que, dans l'action de l'iodure

(1) F. Bodroux, *Thèse de Doctorat*, p. 19 et 33; Paris, 1898.
(2) Silva, *Bulletin de la Société chimique*, t. XLIII, p. 318.
(3) Wispeck et Zuber, *Liebig's Annalen der Chemie*, t. CCXVIII, p. 379.

d'allyle sur le benzène, il y avait production de propylbenzène, Silva émit l'hypothèse que son carbure pourrait bien être constitué par un mélange des deux isomères.

» J'ai constaté avec cet hydrocarbure :

» 1° Que le brome à 160° réagit en donnant naissance au dibromophénylallyle $C^6H^5 - CHBr - CHBr - CH^3$;

» 2° Que le brome, en présence du bromure d'aluminium, fournit à froid du pentabromopropylbenzène. Ce corps est accompagné d'une très petite quantité de benzène hexabromé.

» Par conséquent, comme dans le cas précédent, l'hydrocarbure considéré est formé de propylbenzène renfermant seulement des traces de son isomère; mais, à poids égaux, le bromure de triméthylène fournit une quantité de ce corps beaucoup plus grande que le bromure de propylène.

» En soumettant le diphényl.1.2.propane à l'action décomposante du chlorure d'aluminium, Silva a obtenu un hydrocarbure $C^6H^5 - C^3H^7$ passant entre 157° et 159°, qu'il considère comme le composé normal. Voulant vérifier l'exactitude de cette manière de voir, j'ai distillé une certaine quantité de ce diphénylpropane sur le quart de son poids de chlorure d'aluminium pulvérisé. Une vive réaction se déclare dans ces conditions, la masse noircit, se boursoufle et il distille d'abord à 80° du benzène, puis le thermomètre monte, et j'ai recueilli à part le liquide passant au-dessus de 130°. En le rectifiant, j'ai obtenu un hydrocarbure passant entre 156° et 159°.

» Traité par le brome en présence du bromure d'aluminium, ce corps m'a fourni des quantités à peu près équivalentes de pentabromopropylbenzène et de benzène hexabromé. Ce résultat montre donc que, dans les conditions de l'expérience, l'hydrocarbure qui en résulte est constitué par un mélange, en quantités égales, de propylbenzène et de cumène.

» La formation de propylbenzène normal dans les opérations précédentes m'a engagé à étudier l'action de quelques dérivés bihalogénés d'hydrocarbures gras sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium. Je me propose de faire connaître à l'Académie, dans une prochaine Communication, quelques-uns des résultats obtenus. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Épuration de l'air par le sol.* Note de M. **Auguste Gérardin**, présentée par M. Troost.

« Dans l'inspection des établissements classés, j'ai reconnu la nécessité de substituer les actions chimiques aux impressions fugaces de l'odorat, et les pesées aux mots qui manquent pour spécifier les odeurs.

» J'ai indiqué ailleurs (Concours des Arts insalubres, 1895) les dosages au permanganate, après avoir précipité par la condensation de la vapeur d'eau les poussières et les vapeurs organiques de l'air.

» Je me suis assuré qu'on ne peut ni dessécher l'air, ni le filtrer sans arrêter en même temps une partie de ses vapeurs organiques. Le chlorure de calcium fondu et l'acide sulfurique, par exemple, arrêtent parfaitement les vapeurs odorantes humides, et ils les dégagent, le premier quand on le fait refondre, et le second quand on le fait agir sur les phosphates minéraux.

» Pour abréger, j'appellerai *degré ozométrique* le poids en milligrammes d'acide oxalique qui produit sur le permanganate sulfurique le même effet que les matières organiques de 1^{gr} d'air non desséché et non filtré.

» Il ne suffit pas de capter les odeurs, il faut aussi les détruire. *La terre est tout indiquée pour épurer l'air*, car elle est un absorbant désodorant et elle s'épure elle-même par l'action de ses ferments minéralisateurs.

» La terre est un mélange de sable, de calcaire et d'argile.

» D'après Orfila, le sable et le calcaire retardent la décomposition des matières organiques, tandis que l'argile la hâte. On choisira donc une terre un peu argileuse, telle que la terre franche des jardins, pour y insuffler l'air odorant de certains établissements classés.

» J'ai dû étudier l'insufflation de l'air dans la terre. Au Muséum, j'ai eu plusieurs espèces de terre; au laboratoire de Physiologie générale, M. Gréhant a mis à ma disposition son gazomètre de 200^{lit} et de grandes éprouvettes. J'ai mesuré sur un chronomètre le temps nécessaire pour faire passer *lentement* 150^{lit} d'air à travers la terre contenue dans une éprouvette de $0^m,66$ de hauteur et de $0^m,33$ de diamètre quand on fait varier soit sa composition, soit son épaisseur, soit son humidité.

» On voit ainsi que :

» 1. *La terre est perméable à l'air, et sa perméabilité est indépendante de sa composition;*

» 2. *La résistance de la terre au passage de l'air est proportionnelle à l'épaisseur de la couche filtrante;*

» 3. *La résistance de la terre au passage de l'air est proportionnelle à la quantité d'eau qui l'humecte.*

» L'air des rues de Paris marque 4° ozométriques.

» L'air odorant des établissements classés est supérieur à 4° ozométriques, s'il n'y a pas précipitation par la vapeur d'eau.

» L'air de la terre varie de 3° ozométriques, si elle n'est pas cultivée, à 2°,5 sous une pelouse de gazon ou de Lycopodes (Muséum).

» J'ai appliqué ces théories à Choisy-le-Roi (Seine), dans la maroquinerie de M. Petitpont, avec le concours de M. Roëmhild, ingénieur de l'usine.

» L'égout qui reçoit les eaux usées de cet établissement dégageait une odeur incommode qu'on faisait disparaître pendant le travail au moyen d'un ventilateur. Cette machine chasse dans une haute cheminée 920^{mc} d'air à l'heure, avec une charge de $0^{m},030$ d'eau. En mai 1900, on lui emprunta 180^{mc} d'air odorant à l'heure, pour les conduire dans un drain recouvert de $0^{m},60$ de terre. De mai à octobre, les analyses ozométriques de l'air de l'égout présentèrent des irrégularités, signe d'un mauvais fonctionnement. On dut se décider à explorer l'égout. On y reconnut et l'on y répara la cause du mal. Aussitôt le drainage fit disparaître l'odeur, et le titre ozométrique se fixa à $2°,8$ dans la terre qui recouvre le drain.

» Je me propose de l'ensemencer avec des balayures de grenier à fourrage, pour voir quelles seront les herbes qui profiteront le mieux de l'*engrais gazeux d'une maroquinerie.* »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le rôle de la fonction chlorophyllienne dans l'évolution des composés terpéniques* (¹). Note de M. **Eug. Charabot**, présentée par M. Haller.

« Mes recherches sur la genèse des composés terpéniques dans les végétaux, dont j'ai eu l'honneur de faire connaître les résultats à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CXXIX, CXXX, CXXXI), ont établi que les éthers d'alcools terpéniques prennent naissance dans les parties vertes des végétaux, c'est-à-dire dans le milieu soumis à l'action chlorophyllienne. J'ai été amené à conclure, à la suite de ces recherches, que les premières modifications subies par les alcools terpéniques sont dues à des phénomènes de déshydratation (formation d'éthers sous l'influence des acides ou transformation en terpènes) et que ces déshydratations sont des conséquences de la chlorovaporisation, en d'autres termes qu'elles sont dues à l'influence de la fonction chlorophyllienne.

» Il convenait d'apporter à cette manière de voir une vérification directe. Dans ce but, j'ai entrepris de nouvelles recherches et organisé des essais de culture. Je ferai connaître plus tard les résultats de ces derniers essais.

(¹) Faculté des Sciences de Paris, laboratoire de Chimie organique.

» Dès à présent, j'étudierai l'influence qu'exercent sur l'éthérification des alcools terpéniques les diverses causes susceptibles de modifier l'énergie assimilatrice d'une plante. Si cette influence agit dans le même sens sur les deux ordres de phénomènes, j'aurai là une contribution à la vérification de l'hypothèse consistant à envisager l'éthérification des alcools terpéniques dans la plante comme une conséquence des phénomènes chlorophylliens.

» *Influence de la coloration des feuilles.* — Certaines plantes possèdent un feuillage normalement coloré en rouge, violet, brun ou jaune orangé. M. Griffon (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 8e série, t. X, p. 1), au cours de ses intéressantes recherches sur l'assimilation chlorophyllienne et la coloration des plantes, a constaté que, généralement, les feuilles renfermant de l'anthocyanine contiennent des chloroleucites faiblement colorés. En d'autres termes, les cellules sont pauvres en chlorophylle, et, assez souvent, l'énergie assimilatrice des feuilles rouges se trouve comprise entre la moitié et les trois quarts de celle des feuilles vertes; ce rapport peut même s'abaisser jusqu'à $\frac{1}{7}$.

» Il était donc intéressant de voir si des feuilles colorées en rouge, moins riches en chlorophylle que des feuilles vertes, contiennent une huile essentielle plus pauvre en éthers que l'essence élaborée par ces dernières. La menthe poivrée se prête très bien à cette étude. Il en existe, en effet, deux variétés : l'une à feuillage vert, l'autre à feuilles rouges. Les huiles essentielles extraites de plantes des deux variétés cultivées à Grasse ont été analysées. L'*essence de menthe à feuilles vertes* contenait : 9,8 pour 100 d'éthers; 42,1 pour 100 de menthol total; 9,8 pour 100 de menthone. L'*essence de menthe à feuilles rouges* renfermait 4,7 pour 100 d'éthers; 48,3 pour 100 de menthol total; 17,1 pour 100 de menthone.

» On voit que *l'essence élaborée par la variété la moins riche en chlorophylle est aussi celle qui renferme le moins d'éthers*; *mais, par contre, elle contient une proportion plus notable de menthone.* Il en résulte que la plante la mieux organisée pour la fonction chlorophyllienne est aussi celle qui élabore le plus facilement les éthers du menthol.

» *Influence de la nature des organes.* — Les fleurs peuvent jouer un rôle au point de vue de l'assimilation chlorophyllienne, mais ce rôle est faible et la respiration l'emporte sur l'assimilation. J'ai montré antérieurement que les alcools terpéniques ou leurs éthers s'y modifiaient par oxydation, les éthers prenant naissance notamment dans les organes soumis à l'action chlorophyllienne.

» En étudiant deux essences de lavande extraites, l'une de plantes débarrassées de leurs inflorescences, l'autre de plantes complètes provenant du même champ, j'ai constaté que la première renfermait 39,2 pour 100 d'éthers, tandis que la seconde n'en contenait que 36,2 pour 100.

» Dans ce cas encore, les plantes privées de leurs inflorescences fournissent une huile essentielle plus riche en éthers que les plantes entières.

» *Influences simultanées ou séparées de la lumière, de l'altitude, de l'état hygrométrique, de la température.* — M. Gaston Bonnier (*Ann. Sc. nat., Bot.*, 7e série t. XX, p. 17) a observé qu'une plante de plaine, transportée à une altitude supé-

rieure, acquiert, sous l'influence du climat alpin, un certain nombre de modifications (tissu palissadique plus développé, cellules renfermant des chloroleucites, plus gros, plus verts et en plus grand nombre) *qui la rendent apte à une fonction assimilatrice plus intense*. Il est donc intéressant de rechercher si, à cette fonction assimilatrice plus intense, correspond la formation d'une proportion plus notable d'éthers dans les huiles essentielles des plantes adaptées au climat alpin.

» Depuis 1894 j'analyse, tous les ans, plusieurs centaines d'échantillons d'essences de lavande d'origines différentes. Des résultats de ces nombreuses analyses découle que, d'une manière générale, la richesse en éthers est d'autant plus grande que l'altitude à laquelle la plante a vécu est plus élevée. Ce fait a d'ailleurs été observé également par les chimistes de MM. Schimmel et Cie.

» Donc, *l'altitude influe dans le même sens, d'une part sur la fonction chlorophyllienne, d'autre part sur la formation des éthers.*

» Mais l'influence de l'altitude n'est pas une influence simple, elle dépend de plusieurs facteurs qui caractérisent le climat de montagne : 1° l'éclairement plus intense; 2° l'air plus sec; 3° la température plus basse. Les deux premiers, pris isolément, agissent dans le même sens, tandis que l'influence du froid dans les montagnes paraît contrarier leur action.

» Examinons, en particulier, l'influence de l'état hygrométrique.

» M. Gaston Bonnier a constaté que, à égalité de surface, la feuille d'une plante qui s'est développée dans un air sec assimile plus que la feuille de la même espèce qui s'est développée dans un air saturé.

» En 1894, 1895 et 1896, j'ai analysé toute une série d'essences de lavande provenant des cîmes élevées des Alpes et du Dauphiné. Les nombres trouvés pour les teneurs en éthers oscillaient entre 35 et 45 pour 100.

» Pendant l'année 1897, une sécheresse extrême sévit dans le midi de la France, des échantillons préparés dans les mêmes régions que ceux étudiés les années précédentes présentèrent des teneurs en éthers variant entre 37 et 48 pour 100. Pour corroborer ces résultats, j'ai comparé les produits de la dernière récolte, au cours de laquelle la sécheresse a été grande, à des essences de même origine obtenues en 1899. J'ai constaté une augmentation moyenne de 1,5 pour 100 dans la richesse en éthers.

» La différence est plus sensible encore si l'on compare les essences de montagne, dont la teneur en éthers est de 35 pour 100 environ, à une essence extraite de plantes des environs de Paris où l'humidité est constamment plus grande. Ici intervient, en effet, en ce qui concerne la lavande des environs de Paris, non seulement l'humidité plus grande, mais encore la lumière moins intense. Nous avons jadis, M. Pillet et moi, analysé un semblable produit et trouvé seulement 10 pour 100 d'éthers.

» Ainsi, il ressort nettement de cet exposé que *l'air sec favorise la formation des éthers en même temps qu'il rend les végétaux plus aptes aux fonctions chlorophylliennes.*

» *Conclusions.* — Les conclusions qui se dégagent de ce travail peuvent se résumer ainsi : *Les influences capables de modifier les plantes de façon à les rendre plus aptes aux fonctions chlorophylliennes favorisent en même temps la formation des éthers d'alcools terpéniques.* »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition chimique du café de la Grande Comore.* Note de M. GABRIEL BERTRAND, présentée par M. Duclaux.

« Quand on compare entre elles certaines espèces végétales, on est quelquefois surpris d'y trouver des différences de composition chimique que ne laissaient nullement prévoir leurs caractères extérieurs. On est ainsi conduit à se demander s'il n'y a pas lieu de faire intervenir ces différences dans la détermination des espèces et à concevoir, tout au moins dans l'avenir, un système de classification plus en rapport avec l'ensemble des notions biologiques, système qui tiendrait compte, non seulement de la forme extérieure et de l'anatomie des organes, mais encore de leur fonctionnement physiologique.

» C'est dans l'intention d'apporter un appui à cette manière de voir que je présente aujourd'hui les résultats obtenus en soumettant à l'analyse chimique les graines du café de la Grande Comore.

» Le café en question croît spontanément dans l'île, où il a été trouvé par M. Humblot. Baillon, qui l'a examiné tout d'abord au point de vue botanique, a pensé que ce pouvait être une espèce nouvelle et lui a donné provisoirement le nom de *Coffea Humblotiana* (¹). Toutefois, les caractères sur lesquels était basée cette détermination ont paru si minimes à Froehner que celui-ci, dans sa *Monographie du genre Coffea*, n'a pas hésité à admettre qu'il s'agissait, non d'une espèce nouvelle, mais d'une simple variété de *Coffea arabica* L. (²).

» Je ne m'arrêterai pas ici à la discussion des quantités plus ou moins grandes de matières grasses, sucrées, protéiques, etc., qui composent le café de la Grande Comore; je veux seulement insister sur un caractère d'ordre qualitatif, seul intéressant à cause de sa netteté : c'est l'absence complète de caféine.

» Lorsqu'on épuise par l'éther des graines de café ordinaire, provenant soit du *Coffea arabica* de diverses origines, soit du *Coffea liberia*, on obtient, après évaporation du dissolvant, un extrait formé de matières grasses au milieu desquelles nagent de petites aiguilles de caféine, inso-

---

(¹) *Bull. Soc. Linnéenne de Paris* (1885), p. 513-514.

(²) *Die Gattung Coffea und ihre Arten* (*Botanische Jahrbücher*, von A. ENGLER), t. XXV, p. 233-295. Leipzig, 1898.

lubles dans le sulfure de carbone. Avec le café de la Grande Comore, au contraire, l'extrait éthéré est limpide, amorphe et formé exclusivement par de l'huile. L'extraction, continuée avec du benzène ou du chloroforme, ne fournit pas la plus petite trace de caféine.

» Une recherche particulière, sur 1^{kg} de grains, a d'ailleurs confirmé pleinement cette absence totale de l'alcaloïde. Les graines ont été moulues et soumises à un épuisement méthodique par l'eau tiède. On a obtenu ainsi une vingtaine de litres de liquide, qu'on a déféqué par le sous-acétate de plomb et l'acide sulfurique, puis ramené, par distillation dans le vide, au volume de 200^{cc}. Cette solution concentrée, rendue acide par l'acide acétique, a été agitée à plusieurs reprises avec du chloroforme, pour extraire la caféine. Mais l'évaporation du dissolvant n'a laissé qu'une petite quantité de matière résinoïde. De nouveaux épuisements au chloroforme, après saturation de l'acide par l'ammoniaque, ont été sans résultat.

» Si l'on songe maintenant que le *Coffea arabica*, transporté et cultivé en des points très différents du globe, a toujours donné de la caféine (de 8^{gr} à 19^{gr} par kilogramme). On ne peut s'empêcher d'attribuer à la composition chimique exceptionnelle du café de la Grande Comore la valeur d'un véritable caractère spécifique, venant confirmer la diagnose provisoire de Baillon.

» J'ai tenu cependant, pour donner plus de force à cette opinion, à m'assurer qu'il n'y avait pas là une influence de sol ou de climat, et j'ai analysé comparativement des graines de *Coffea arabica*, cultivé dans l'île même de la Grande Comore. Comme on peut le voir dans le Tableau ci-dessous, la comparaison est aussi démonstrative que possible.

	Coffea Humblotiana.	*Coffea arabica.*
Eau	11,64	9,74
Extrait éthéré	10,68	5,76
Extrait alcoolique	8,42	12,10
Sucre { réducteur	0,80	0,29
Sucre { non réducteur	4,20	4,86
Azote total	1,50	1,95
Cendres	2,80	3,66
Caféine	0,00	1,34

» Après l'exemple de grands groupes de végétaux où des différences de composition chimique, comme celles des tissus ligneux chez les angiospermes et les gymnospermes ([1]), correspondent aux différences morpho-

---

(1) Gabriel Bertrand, *Sur la composition chimique du tissu ligneux des plantes gymnospermes* (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 1025; 1899).

logiques, après ceux, assez fréquents déjà, où des différences analogues se rencontrent entre des types génériques et spécifiques de plus en plus rapprochés, voici donc un cas où deux espèces presque identiques par leurs organes se séparent encore très nettement par leurs fonctions physiologiques. Il est vraisemblable qu'on trouvera encore beaucoup d'exemples de ce genre ([1]) et qu'on pourra étendre ainsi aux êtres supérieurs une méthode de diagnose qui a rendu de si grands services dans l'étude des levures et des microbes. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action du mucus sur l'organisme.* Note de MM. **Charrin** et **Moussu**, présentée par M. d'Arsonval ([2]).

« Le rôle croissant des auto-intoxications nous a conduit à rechercher l'action du mucus introduit dans les milieux clos de l'organisme. D'ailleurs, l'abondance de ce produit répandu un peu partout dans l'économie, son augmentation au cours d'une série de maladies, son apparition dans une foule de cultures microbiennes ([3]), différentes raisons donnent à ces recherches une importance aisée à comprendre.

» Pour obtenir ce mucus en quantité suffisante et à l'état relativement pur, nous recueillons, à l'aide d'un léger raclage, la sécrétion qui recouvre la trachée ou les bronches des grands animaux (chevaux, bœufs, chiens de haute taille, etc.). On dilue en agitant avec soin, durant dix à vingt minutes, ce liquide frais dans trente ou quarante fois son poids d'eau salée à 8 pour 1000 ou d'eau contenant un millième de carbonate de soude; on filtre ensuite sur du papier, puis on injecte ce mélange d'ailleurs fluide, limpide, neutre ou alcalin, dans la veine marginale de l'oreille du lapin.

» Il suffit ordinairement de faire pénétrer $0^{gr},05$ à $0^{gr},15$ par kilogramme, pour amener la mort en une ou deux minutes; on enregistre parfois des convulsions légères, du nystagmus, un peu de dyspnée, etc. — A l'autopsie pratiquée sans retard, on note des battements cardiaques en général moins forts que ceux qu'on observe dans d'autres genres de mort; d'autre part, il est exceptionnel, en dépit de la hâte de l'examen, de ne pas déceler, dans le ventricule droit, des caillots naissants; le contenu de ce ventricule, surtout quand on use de fortes doses (0,45 à 0,80), peut être coagulé dans sa totalité; on voit, en tout cas, même avec de minimes proportions, la coagulation se réaliser dans son ensemble beaucoup plus promptement qu'à l'état normal.

([1]) *Voir* notamment les caractères chimiques qui séparent *Tricholoma nudum* Fries de *Tricholoma personatum* Fries [Gabriel Bertrand : *Les oxydases* (*Agenda du Chimiste,* p. 544-555; 1898)].

([2]) Travail du laboratoire de Médecine expérimentale de l'École des Hautes Études (Collège de France).

([3]) Expériences de Desgrez et Charrin.

» Cette accélération est telle qu'on est amené à se demander si elle n'intervient pas dans le mécanisme de la mort. — On est tenté de répondre négativement si, dès que le réflexes cornéens ont disparu, on reconnaît que le cœur bat, que le contenu vasculaire est fluide. Par contre, on revient à l'opinion opposée, lorsque, après avoir constaté que le mucus est incapable de provoquer la coagulation d'un sang maintenu liquide dans des tubes renfermant quelques gouttes d'extrait de sangsue, on s'aperçoit que ce mucus injecté est sans effet chez des animaux ayant au préalable reçu quelque peu de ce même extrait (¹).

» En présence de ces faits, on est autorisé à penser que des obstructions vasculaires se produisent dans les centres nerveux, de préférence dans le bulbe, grâce à des thromboses nées sur place ou à des embolies venues de diverses régions (²).

» Celui qui se demande quelle est la nature de ce principe coagulant songe naturellement au fibrin-ferment, assimilation cependant difficilement acceptable. On sait, en effet, que la chaleur détruit assez facilement ce principe, tandis que l'activité coagulante du mucus, en particulier si l'on dilue dans l'eau au carbonate de soude, supporte, au moins durant plusieurs minutes, une température atteignant 100°, parfois davantage; d'autre part, la précipitation par l'alcool (procédé de préparation de ce fibrin-ferment) altère l'action de ces dilutions de mucus (³).

» On peut aussi remarquer que ces dilutions sont relativement pauvres en cellules, spécialement en leucocytes; si on laisse déposer ou si l'on centrifuge ces liquides, ces cellules polymorphes s'accumulent forcément dans le fond des tubes, et cependant la partie superficielle de ces liquides, à peu près dépourvue d'éléments figurés, détermine la coagulation presque aussi vite que la partie profonde (⁴).

» Ajoutons que ce produit coagulant ne dialyse pas, du moins difficilement, lentement, incomplètement; le sulfate d'ammoniaque le précipite;

(¹) L'effet de cet extrait, qui se transforme ou s'élimine, est passager. — *In vitro*, l'oxalate de soude, le fluorure de sodium donnent des résultats analogues; mais, en raison des doses nécessaires et de leur toxicité, on ne peut utiliser ces sels chez l'animal. D'un autre côté jusqu'à présent les peptones (anti-coagulant indirect), peut-être à cause de leurs impuretés, ne nous ont pas fourni de résultats satisfaisants.

(²) La rapidité de la coagulation ne permet pas d'examiner les centres assez vite pour pouvoir préciser l'origine des caillots.

(³) Quelques réserves sont nécessaires, parce que cette action de la température sur les ferments varie avec l'état de ces ferments.

(⁴) Cette substance coagulante dérive évidemment des cellules; mais elle se détache de ces cellules plus facilement que certaines toxines très adhérentes aux bactéries.

certains acides le détériorent (¹); le foie ne le modifie pas sensiblement, et, pourtant, à la suite de ces injections de mucus dans la veine latérale de l'oreille, la coagulation semble particulièrement hâtive dans le territoire porto-hépatique.

» Malgré cette remarque, l'action si évidente de ce principe *in vitro* porte à le ranger parmi les coagulants directs; quelques gouttes de l'une de ces dilutions à 1 pour 20 ou 30 suffisent à assurer, au bout de deux ou quatre minutes, la coagulation du sang de cheval, qui, normalement, dans les tubes récepteurs, se maintient fluide pendant plus d'un quart d'heure.

» A cet égard, il convient de reconnaître qu'on accélère plus ou moins, toujours *in vitro*, cette coagulation à l'aide de principes empruntés à différents tissus (foie, rate, etc.) et préparés de semblable façon. Toutefois, le chauffage à 100° annule l'influence de ces principes plus vite que celle du mucus; d'un autre côté, de nombreux auteurs ont injecté des extraits organiques variés sans signaler cette modification du contenu vasculaire; nous avons, en outre, introduit depuis $0^{gr},10$ jusqu'à 1^{gr} et plus d'éléments hépatiques, musculaires, sans engendrer de désordres immédiats.

» Au demeurant, nous ne localisons pas étroitement (²) dans le mucus des voies respiratoires cette action nuisible si manifeste (³). Du reste, l'intensité des effets observés, l'abondance à l'état normal ou pathologique du produit en cause, etc., commandent des recherches aussi multiples que variées; il faut, en particulier, élucider la nature de l'agent actif, le mécanisme du phénomène (⁴); il faut encore examiner de quelle manière de tels attributs intéressent l'attaque aussi bien que la défense de l'organisme (⁵). »

(¹) Peut-être la mucine joue-t-elle un rôle important : c'est ce que nous saurons prochainement.

(²) Le mucus vésical, le mucus intestinal si complexe, etc., ont paru actifs. — A ce sujet, il sera intéressant d'analyser l'action du mucus d'un animal donné sur un animal de même espèce.

(³) L'intervention d'un processus mécanique ne permet pas de qualifier de *toxique* le phénomène enregistré; néanmoins, il existe peut-être aussi un processus chimique.

(⁴) Il sera bon de savoir s'il s'agit de précipitation ou de coagulation vraie, comme aussi de fixer le rôle des sels, etc.

(⁵) Il importe de comparer les effets des doses massives à ceux des doses progressives, de rechercher s'il est possible d'immuniser, de créer des anti-corps, de déceler les lésions engendrées à la longue avec du mucus anomal ou non, de voir si ces éléments interviennent dans la genèse des thromboses, des phlébites, dans l'arrêt des hémorragies, etc.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Radiopelvigraphie et Radiopelvimétrie à longue portée.* Note de M. le Dr **Henri Varnier**, présentée par M. F. Guyon.

« Il est possible d'obtenir, à l'aide d'un simple radiotype, une représentation du bassin osseux meilleure qu'une bonne photographie en grandeur égale et permettant d'apprécier, avec une exactitude suffisante, les diamètres utiles à l'accoucheur, qu'il s'agisse du grand bassin, de l'entrée ou de la sortie du petit bassin.

» Il suffit pour cela de radiographier le bassin en pronation, c'est-à-dire en plaçant le sujet sur le ventre, à l'aide d'une ampoule placée à $2^{m},50$ de la plaque sensible, et dont la cathode se trouve perpendiculaire à l'axe prolongé du détroit supérieur d'un bassin normal pris comme point de mire.

» Les expériences faites par nous sur les bassins secs et sur le cadavre, et dont quelques épreuves sont soumises à l'Académie, établissent que les diamètres agrandis ne le sont que de 5^{mm} au maximum.

» Cette méthode de Radiopelvigraphie et de Radiopelvimétrie à longue portée est applicable, des radiotypes présentés le prouvent, à la femme vivante dont le bassin, dans le décubitus ventral, porte sur la plaque sensible comme le bassin sec et le bassin du cadavre. Nos expériences sur les bassins secs et sur les cadavres montrent qu'en plaçant l'ampoule plus loin encore, à 5^{m} de la plaque sensible, on arrive à corriger presque entièrement l'écart maximum de 5^{mm} indiqué ci-dessus.

» Au cours de ces expériences, j'ai été amené à étudier la portée des appareils dont nous disposons à l'heure actuelle (ampoules ordinaires bi-anodiques, bobines de 25^{cm} d'étincelle, trembleur des ingénieurs Ducretet et Lejeune). Avec dix minutes de pose (10 ampères, 26 volts), j'ai pu obtenir la silhouette d'un bassin sec sur une plaque photographique placée à la distance de 25^{m} de l'ampoule. Avec vingt minutes de pose, le bassin se voit encore sur une plaque distante de 30^{m}, une spirale de plomb à 45^{m}.

» Le cadavre peut être radiographié à 5^{m}. La main vivante l'est aisément à cette même distance en neuf minutes.

» Il y a donc lieu d'espérer qu'on pourra, avant qu'il soit longtemps, en opérant à 5^{m}, atténuer encore, pour le bassin de la femme vivante, la

légère déformation inhérente à la Radiopelvimétrie à $2^m,50$. Telle qu'elle est, cette dernière donne des résultats suffisants pour la pratique et supérieurs à ceux que fournissent les procédés de Pelvimétrie digitale, manuelle, instrumentale, voire radiographique employée jusqu'à ce jour [1]. »

ZOOLOGIE. — *Les Spongiaires de l'expédition antarctique belge et la bipolarité des faunes.* Note de M. **E. Topsent**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Un des faits généraux qui devait découler de l'étude des animaux rapportés de l'Antarctique par la *Belgica* était la confirmation ou l'infirmation de la théorie de la bipolarité des faunes.

» M. Racovitza a déjà déclaré qu'il n'existe pas d'oiseaux bipolaires, et M. Kœhler, dans une Note récente à l'Académie, a montré combien la comparaison de la faune des Échinides et des Ophiures antarctiques avec les formes arctiques ébranle la théorie en question.

» Je me suis livré à une comparaison semblable au sujet des Spongiaires que la commission de la *Belgica* a bien voulu me confier; elle m'a conduit à des conclusions identiques.

» Vingt-six espèces ont été recueillies : deux *Calcarea*, treize *Monaxonida*, une *Carnosa*, neuf *Hexactinellida* et une *Halisarcida*. Treize sont nouvelles, dont une sert de type à un genre nouveau; deux représentent des variétés nouvelles d'espèces déjà connues. Toutes proviennent des opérations effectuées au cours de la dérive du navire, entre 70° et 71°18′ de latitude S et entre 81° et 92° de longitude O, par des profondeurs, assez uniformes, de 400^m à 569^m.

» D'après leur répartition par groupes, on constate d'abord que les Monocératines et les Tétractinellides font défaut.

» En ce qui concerne les Monocératines, rien d'étonnant d'après ce qu'on sait depuis longtemps de la distribution de ces Éponges. La faune arctique n'en paraît elle-même contenir que deux : *Leiosella pulchella* Bow. et *Spongelia fragilis* (Mont.) var. *irregularis* Lend.

---

(1) J'ai poursuivi cette étude au laboratoire de Radiographie que mon maître, le professeur Pinard et moi, avons créé, il y a quatre ans, à la clinique Baudelocque, en vue des applications obstétricales des rayons X.

» Il n'en va pas de même des Tétractinellides. Sollas a fait connaître neuf Choristides des régions subantarctiques et l'on pouvait s'attendre pour le moins à retrouver quelqu'une de ces formes dans la collection de la *Belgica*. Leur absence ne sert cependant pas d'indication suffisante pour tirer dès maintenant des conclusions à leur sujet. On doit se souvenir que les Éponges de ce groupe sont plutôt rares dans beaucoup de dragages, surtout loin des côtes, et que, des huit ou neuf espèces attribuées à la faune arctique, plusieurs ne sont, en somme, connues que par un nombre excessivement restreint d'échantillons.

» D'ailleurs, *Placina trilopha* Schulze, dont je fais une *Carnosa*, est comprise par divers auteurs parmi les Tétractinellides. Sa découverte dans l'Antarctique est fort intéressante puisqu'on ne l'avait encore vue que dans la Méditerranée.

» Pour le reste, on peut dire que la faune des Spongiaires de l'Antarctique, dans la région explorée par la *Belgica*, diffère bien de la faune arctique. En fait d'espèces communes, de part et d'autre, je ne vois à citer que *Leucosolenia Lamarcki*, *Halichondria panicea* et *Dendoryx incrustans* (par une variété nouvelle), dont le cosmopolitisme est, d'ailleurs, avéré. Des sept autres espèces déjà décrites, quatre remontent assez haut dans l'hémisphère boréal sans toutefois, autant qu'on le sache, pénétrer dans la zone subarctique; trois semblent actuellement propres à l'hémisphère austral. La proportion des espèces nouvelles apparaît, en outre, considérable. Mais surtout la faune antarctique se trouve caractérisée par sa richesse en Hexactinellides. Alors qu'on n'a réussi qu'avec peine, jusqu'à ce jour, à découvrir dans la zone arctique cinq de ces Éponges, une à l'est du Groenland, une autre dans la mer de Baffin (Fristedt, 1887) et trois au nord du Spitzberg (Schulze, 1900), les fauberts de la *Belgica* nous en ont fourni neuf : cinq nouvelles, dont l'une nécessite la création d'un genre nouveau, deux indéterminables en raison de l'état défectueux des spécimens, deux enfin déjà connues, *Farrea occa* Bowerbank et *Bathydorus spinosus* Schulze. Les *Rossellidæ* sont fort bien représentées dans la collection, mais celle-ci renferme aussi quatre *Uncinataria* et peut-être contient-elle, en outre, une Asconématide (*Caulophacus?* sp.). Non seulement les Hexactinellides récoltées composent une liste relativement longue, mais le nombre de leurs spécimens obtenus n'est généralement pas restreint et même, en témoignage de leur réelle fréquence, quatre d'entre elles se sont retrouvées dans plusieurs stations différentes. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Origine du pigment chez les Tuniciers. Transmission du pigment maternel à l'embryon.* Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les faits que j'expose dans la précédente Note sur la pigmentation des Tuniciers se rapportent à l'origine encore peu connue des granules pigmentaires et à leur première apparition chez l'embryon.

» Ceux des Tuniciers tels que les *Distaplia*, les *Botryllidés*, etc., qui sont fortement colorés et dont les générations de blastozoïdes se succèdent sans interruption dans un même cormus, constituent d'excellents matériaux pour ce genre de recherches parce que les éléments des individus morts sont englobés dans la tunique commune ou bien se répandent dans les lacunes sanguines des survivants, où il est possible d'en suivre les transformations ultérieures.

» Des nombreuses observations que j'ai faites sur ces animaux, il ressort qu'une partie très importante de leur pigment, peut-être même la totalité, provient de la destruction des tissus pendant les phénomènes d'histolyse dont ces animaux sont le siège, après leur mort, dans l'intérieur du cormus.

» Toutes les espèces, même les plus fortement colorées à l'état adulte, telles que les *Distaplia rosea*, *Botrylloïdes rubrum*, *Botryllus violaceus*, etc., engendrent des larves qui, à l'éclosion, sont toujours à peu près incolores; la pigmentation s'accentue peu à peu chez les générations suivantes à mesure qu'augmente la somme des éléments cellulaires provenant des individus en régression.

» Cette pigmentation est due, comme je l'ai déjà fait connaître (¹), à un nombre considérable de petites granulations différemment colorées, ne dépassant pas 1^{μ} ou 2^{μ}, et qui sont, les unes libres dans le plasma sanguin, les autres enfermées dans des cellules ou *chromocytes* en voie de régression plus ou moins avancée; toutes sont animées de mouvements rapides, quel que soit leur emplacement.

» Un premier point très important que j'ai mis en évidence, c'est que les premiers granules pigmentés que possède la larve lui viennent de l'organisme maternel par voie

(¹) A. Pizon, *Sur la pigmentation des Tuniciers et la mobilité de leurs granules pigmentaires* (*Comptes rendus*, nov. 1899).

migratrice. Cette transmission s'observe avec la plus grande netteté chez les embryons des Botryllidés qui, comme on le sait, subissent leur entier développement dans des diverticules des lacunes sanguines maternelles; ils ne sont entourés que de trois enveloppes très minces formées chacune d'une seule assise de cellules très aplaties, les deux *follicules* et la *paroi péribranchiale* maternelle. Entre celle-ci et le follicule externe existe un petit intervalle où circulent des globules sanguins accompagnés de chromocytes et de granules pigmentés libre dans le plasma. Ces conditions du développement se prêtent très bien à l'étude de la transmission du pigment de la mère à l'embryon; elles ont en outre l'intérêt de se rapprocher beaucoup de celles des Mammifères.

» L'embryon de *Botryllus violaceus*, le plus jeune dans lequel j'ai constaté la présence des granules pigmentaires, était au stade où la cavité entérique primitive vient de se constituer : *des traînées de ces granules s'étendaient sans interruption de la cavité sanguine maternelle jusque dans les cellules ectodermiques de l'embryon, à travers les enveloppes larvaires.*

» Cette invasion pigmentaire se fait par les mouvements propres des granules, sans l'intermédiaire de leucocytes qui leur serviraient de véhicule. On peut en suivre les progrès en examinant des embryons à des stades de plus en plus avancés. De l'ectoderme les granules pénètrent dans les tissus plus profonds et se répandent un peu partout, principalement dans ceux qui ont atteint leur différenciation définitive; on en trouve dans des globules sanguins, dans des cellules de la chorde et dans celles qui limitent les stigmates branchiaux; la jeune tunique en renferme des traînées qui se continuent dans le liquide sanguin maternel; quelques globules sanguins sont même complètement envahis et n'ont plus que les contours de leur noyau qui soit encore bien délimité. Les éléments larvaires qui subissent l'histolyse au moment de la fixation (vésicule sensorielle, chorde, etc.) se pigmentent également.

» Ces granules ne sont cependant pas encore en assez forte proportion pour teinter les larves des Botryllidés d'une façon notable; mais la pigmentation des générations suivantes s'accuse de plus en plus : les éléments cellulaires des individus morts se désagrègent et se répandent, isolément ou par petits paquets, dans les tubes vasculaires coloniaux et dans les cavités sanguines des individus vivants, où ils se mêlent au torrent circulatoire.

» Des granulations pigmentées apparaissent alors peu à peu dans les éléments et leur nombre va en augmentant à mesure que les décompositions internes des cellules deviennent plus profondes; on trouve toutes les transitions entre la cellule à peu près intacte et ne renfermant que quelques granules pigmentaires et celle qui en est complètement envahie et ne présente plus qu'une très mince paroi brillante à sa périphérie.

» Si l'on suit assez longtemps au microscope quelques-uns de ces globules pigmentés qui ne sont plus entourés que d'une faible membrane externe, on les voit changer très fréquemment de forme sous la poussée de véritables flots de granules qui se précipitent sur la paroi, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre; on peut assister à une disparition locale de cette paroi et, par la brèche ainsi produite, des traînées de granulations se répandent dans le plasma sanguin, tandis que d'autres pénètrent peu à peu dans des éléments cellulaires, globules en dégénérescence ou globules sanguins, situés au voisinage.

» Les granules pigmentaires sont donc le résidu final de la destruction des éléments provenant des différentes générations d'ascidiozoïdes qui meurent dans le cormus. Les vieux globules sanguins ont le même sort que ces éléments.

» Je ne puis me prononcer encore d'une façon précise sur la vitalité réelle ou apparente de ces granules. Je ne saurais dire non plus pour le moment si la chromatine du noyau joue un rôle quelconque dans la genèse du pigment, comme Bataillon l'a décrit chez les Batraciens; en tout cas les processus ne seraient pas absolument identiques. Dans les éléments en régression des Botrylles et des Botrylloïdes, les noyaux perdent très tôt leur contenu, tout en conservant leur paroi très nette; par contre, le protoplasme se teinte alors uniformément en rose par le carmin, et c'est dans son intérieur qu'apparaissent les premières granulations pigmentaires: la cellule peut être bourrée de ces granules et présenter encore le contour de son noyau vide de chromatine.

» Ajoutons, pour terminer, que le pigment s'élimine en quantité considérable par la tunique, en particulier chez les *Diplosomidés* et les *Distaplia*. Les petites masses pigmentées se montrent surtout autour des oscules, et le long de l'endostyle et dans les lacunes sanguines de la région viscérale; mais beaucoup d'entre elles émigrent dans la tunique, alors même que les éléments cellulaires dont elles proviennent sont encore à un degré peu avancé de dégénérescence; elles s'y fragmentent en se rapprochant peu à peu de la surface du cormus; leurs granules deviennent même libres quand leur destruction est complète, et ils finissent par être rejetés au dehors par la lente desquamation qui se produit à la surface de la tunique.

» J'ai vu cette migration se produire simultanément sur toute l'étendue d'un cormus de *Diplosoma Listeri* à la suite de régressions d'ascidiozoïdes; et la colonie prenait alors une opacité suffisante pour rendre momentanément impossible les observations par transparence.

» Cette excrétion du pigment par la peau est d'ailleurs un phénomène très général chez les animaux supérieurs; elle est particulièrement frappante chez les grenouilles, dont les lambeaux d'épiderme exfolié sont toujours pétris des mêmes granules pigmentaires que ceux qui sont accumulés dans la couche muqueuse, ou qui sont situés plus profondément dans l'intérieur des muscles, ainsi que le long des nerfs et des vaisseaux sanguins. »

BIOLOGIE. — *Théorie nouvelle de l'adaptation chromatique.* Note de M. Georges Bohn, présentée par M. Edmond Perrier.

« La coloration des êtres vivants est due, le plus souvent, à la présence dans leurs cellules de granules colorés, dits *granules pigmentaires*.

» Carnot a montré : 1° que ce sont, non pas des précipitations chimiques au sein du protoplasma, mais des *granules chromogènes*, constitués par une petite masse d'une matière complexe imprégnée de la matière colorante qu'ils produisent; 2° que ces granules présentent des teintes d'intensité variable et deviennent parfois incolores; 3° qu'ils sont doués de mouvements qu'arrête le chloroforme.

» De plus, ces granules sont susceptibles d'émigrer dans les organismes, et de passer même d'organisme à organisme. Miss Newbigin a réuni, dans un ouvrage important sur les pigments (¹), de nombreux faits de ce genre. J'ai observé moi-même, dès 1896, des faits très nets de *contagion pigmentaire* (²) : les Crustacés parasites des *Ascidiella* et des *Botrylloides* sont envahis progressivement au cours de leur développement par les granules pigmentaires de l'hôte. Francotte a signalé, en 1898, des faits analogues au sujet des *Cycloporus*, parasites des Botrylles.

» Enfin, j'ai constaté des faits de *lutte entre granules pigmentaires de diverses teintes*. Quand on examine des tissus embryonnaires (Crustacés Décapodes, Amphibiens, etc.), on constate qu'une même cellule peut contenir plusieurs espèces de granules, chacune sécrétant un pigment propre, ou même plusieurs pigments, successivement ou simultanément, à l'exemple du *Bacille pyocyanique* qui, d'après Charrin et de Nittis, peut sécréter en même temps des pigments noir, bleu, vert, jaune. Suivant les phases du développement et suivant les régions de la larve, telle ou telle espèce de granules semble l'emporter, comme s'il se produisait une *lutte intracellulaire entre les granules chromogènes inégalement ou diversement colorés*.

» Parmi tous ces *faits positifs* (virages, atténuations et exaltations, migrations et contagions, luttes pigmentaires), les derniers seuls me sont per-

---

(¹) Newbigin : *Colour in Nature;* London, 1898. — *Introduced Pigments*, p. 40-41, 140-146, 292-299, etc.

(²) Bohn : *L'évolution du pigment* (*Scientia*), 1901.

sonnels. Je ne sais pas si j'y ajouterai quelque chose, en adoptant une *hypothèse* qui a été émise, souvent, il est vrai, avec crainte, par presque tous ceux qui ont étudié le pigment, à savoir que les granules pigmentaires sont *identiques aux chloroleucites*, et sont, comme eux, des *plastidules vivants*, car le mot *vie*, employé dans tant d'acceptions (¹), n'a plus actuellement de signification.

» Je considérerai donc simplement le phénomène de *lutte pigmentaire* pour expliquer d'une façon simple celui de l'*adaptation chromatique*, dans le cas où celle-ci ne résulte pas de mouvements de chromatoblastes.

» Supposons une cellule pigmentée éclairée par des rayons solaires ayant traversé un écran chimique : couche d'eau plus ou moins considérable, feuille d'une plante...; cet écran a laissé passer les radiations lumineuses de longueur d'onde : $\lambda a, \lambda b, \lambda c\ldots$ et a arrêté les radiations : $\lambda\alpha, \lambda\beta, \lambda\gamma\ldots$; au sein de la cellule, on trouve des granules :

$$g^1 \quad g^2 \quad \begin{cases} g'^3 \\ g''^3 \end{cases}$$

de trois espèces différentes (la troisième présentant deux variétés), et capables d'utiliser respectivement :

$$\begin{matrix} g^1 & g^2 & g'^3 & g''^3 \\ \lambda a & \lambda\alpha & \lambda b & \lambda\gamma \end{matrix}$$

» Il est évident que g^1 et g'^3 seront avantagés, utilisant les radiations λa et λb, alors que g^2 et g''^3 ne peuvent utiliser les radiations absentes.

» Ainsi, avec l'éclairement considéré, les granules g^1 et g'^3, qui possèdent des teintes appropriées à l'éclairement, l'emportent sur les granules g^2 et g''^3 dans la lutte qu'ils soutiennent entre eux, et ce sont eux qui auront toutes les chances de survivre et de se perpétuer.

» Ces considérations permettent de se rendre compte de deux sortes de phénomènes : 1° de certains *faits d'homochromie entre plantes et animaux*; 2° de *changements de la pigmentation survenant au cours du développement d'un animal*.

» 1° Les diverses zones marines sont caractérisées par la teinte, ou verte, ou brune, ou rouge, que prennent simultanément la plupart des animaux et des algues qui y vivent; les granules chromogènes dans les divers êtres vivants d'une zone donnée devant s'adapter à un même éclairement ont naturellement tendance à prendre la même teinte.

» 2° Il arrive qu'un même être vivant, au cours de son évolution, change

(¹) M. Duclaux va jusqu'à attribuer des caractères de la vie à certaines substances chimiques, comme les diastases.

de milieu; il change alors de teinte par le même mécanisme : ainsi toute larve est d'abord envahie par les granules pigmentaires provenant de l'œuf, granules qui se sont différenciés au sein des tissus maternels, et qui ne savent pas utiliser la lumière solaire (comme l'ont montré les expériences de Florentin sur les œufs de Grenouille); mais, à mesure que l'embryon évolue dans le milieu extérieur, d'autres granules, mieux appropriés aux nouvelles conditions de vie, se développent dans les tissus (observations de Bedriaga sur les Salamandres).

» Cette nouvelle théorie de l'adaptation chromatique semble avoir quelque analogie avec les théories lamarckiennes de Cunningham, d'Eimer, de Simroth, qui considèrent la pigmentation comme étant le résultat des « influences environnantes », et surtout de l'éclairement; mais elle en diffère profondément : 1° en ce que j'attribue la formation du pigment beaucoup plus à des causes chimiques qu'à la lumière (1); 2° en ce que je ne fais intervenir celle-ci que dans la lutte que soutiennent entre eux, dans un même organe, les granules pigmentaires de diverses teintes. Si je fais intervenir la sélection naturelle, il faut remarquer que celle-ci ne s'exerce pas entre les êtres colorés par le pigment, mais entre les plastidules chromogènes eux-mêmes, les intérêts des uns et des autres n'étant pas forcément concordants. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur la structure de quelques champignons inférieurs.* Note de M. **Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Malgré les nombreuses observations faites dans ces dernières années, l'étude cytologique des moisissures et des levures reste encore très confuse. Cependant Wager, dans un travail très précis, a récemment apporté une notion nouvelle à la question si complexe du noyau des levures. Il décrit un nucléole (noyau des auteurs) accolé à une vacuole chargée de fins granules possédant une grande affinité pour les matières colorantes et qu'il considère comme faisant partie du noyau. Wager ayant observé une disposition analogue chez une Mucorinée, pense que cette structure pourrait être commune à beaucoup de moisissures.

» Nous nous sommes proposé de rechercher la structure décrite par

(1) Le pigment résulterait d'émissions nucléaires qui se produisent à la suite d'intoxications variées (par CO^2 en particulier).

Wager, chez un certain nombre de moisissures et de levures. Notre étude a porté spécialement sur un *Dematium* trouvé sur du bois mort et que nous n'avons pas encore déterminé de façon plus précise.

» Ce champignon possède une richesse exceptionnelle de granulations qui se colorent facilement et d'une manière intense par les différentes matières colorantes. Ces granulations sont disposées soit dans le protoplasma, soit plus ordinairement dans l'intérieur des vacuoles. Les plus grosses sont animées de mouvements browniens et sont visibles à l'état frais sous forme de granules réfringents rappelant les globules oléagineux, mais ils n'ont aucune des propriétés des corps gras. L'hématoxyline, l'hématalun, le violet de gentiane, la fuchsine les colorent en rouge. Avec le bleu de méthylène et le vert de méthyle ils prennent une coloration bleue intense légèrement violette.

» Leur naissance semble être en relation avec celle des vacuoles.

» Ils apparaissent dans les filaments les plus jeunes sous la forme de petites masses finement réticulées ou de très petites granulations dans l'intérieur de petits espaces hyalins qui sont probablement l'origine des vacuoles. Ces petites vacuoles grossissent, leur contenu s'accroît, puis elles se fusionnent pour constituer de grosses vacuoles qui, à un stade plus avancé, occuperont la majeure partie des filaments. La forme de ces granulations devient alors très variable, un certain nombre d'entre elles se distinguent par leur forme nettement sphérique et leur taille plus considérable, mais elles se comportent de la même façon vis-à-vis des matières colorantes et des réactifs chimiques, et leur nature est identique. Très souvent ces dernières sont entourées de granulations plus petites qui s'accolent à leur paroi, et il semble que la formation de ces corps soit le résultat de la fusion des fines granulations primitives. Ces granulations sont disposées d'une façon régulière dans chacune des vacuoles. Cette disposition apparaît nettement lorsqu'on fait usage des doubles colorations : les mélanges de fuchsine et de vert de méthyle donnent de bons résultats, de même que le bleu polychrome, qui colore les granules en rouge vif et le protoplasma en bleu clair.

» Les plus gros de ces granules semblent constitués d'une paroi fortement colorée et d'un centre plus pâle. Quelquefois cette membrane est interrompue et prend l'aspect d'un croissant.

» Nous n'avons pas pu nous renseigner sur la nature chimique de ces granulations. Cependant elles résistent à la pepsine et ne paraissent donc pas être de nature protéique. Les dissolvants de la nucléine les laissent intacts en rendant toutefois très difficile leur coloration, ce qui a pu dans bien des cas être une source d'erreur. Ces granulations très abondantes, même dans les filaments très jeunes et lorsque le champignon est en pleine activité, pourraient peut-être être considérées comme des produits de réserve. Elles possèdent à peu près les mêmes caractères que les corpuscules métachromatiques de Babès et les grains rouges de Bütschli, auxquels on doit les assimiler. Dans la dégénérescence, on observe une transformation complète du protoplasma en globules d'huile. Ceux-ci se distinguent des grains rouges par leurs propriétés chimiques, par leur inaptitude à fixer les colorants nucléaires et par une moindre consistance. Les grains rouges diminuent beaucoup de taille et de nombre au cours de la dégénérescence, mais subsistent cependant. Une double coloration à

l'hématoxyline et à l'acide osmique permet de différencier ces deux sortes de corpuscules.

» Ces granulations rouges pénètrent dans les jeunes bourgeons comme le noyau. Une étude minutieuse d'un certain nombre de levures nous a permis de les assimiler aux granulations nucléaires de Wager. Nos observations ne permettent pas de les considérer comme faisant partie du noyau et comme étant de nature chromatique.

» Les noyaux se distinguent de ces granulations par leur forme et leurs dimensions toujours à peu près constantes. Le procédé de Heidenhain permet de les mettre en évidence avec beaucoup de netteté. L'hématalun différencie très bien les granulations vacuolaires, qu'il colore en rouge vif, des noyaux qui apparaissent en bleu avec une teinte plus pâle. Les noyaux sont en nombre variable dans chaque article. Ils sont logés dans les espaces protoplasmiques qui séparent les vacuoles. Rarement ils sont en contact avec les vacuoles. Les bonnes préparations permettent d'observer leur structure. Il sont constitués d'un nucléoplasma incolore limité par une membrane et d'un corps sphérique (probablement nucléole) placé soit au centre, soit le plus souvent à la périphérie.

» Nous avons pu constater que cette structure était commune à beaucoup de champignons inférieurs (*Penicillum glaucum, Oidium lactis*). Dans l'*Aspergillus variabilis* et le *Sterigmatocystis nigra,* le noyau contient deux masses colorées accolées aux deux extrémités de la membrane et dont l'une est sphérique et l'autre a la forme d'un croissant.

» Dans les formes levures de notre *Dematium,* nous avons trouvé un noyau possédant la même structure. Il n'en existe typiquement qu'un seul par cellule, mais fréquemment on en compte de 2 à 4. Ces noyaux sont ordinairement situés au centre, les deux pôles de la cellule étant occupés par deux vacuoles chargées de granulations.

» Nous avons retrouvé une structure analogue chez beaucoup de moisissures, avec toutefois une moindre abondance de granulations. Notons que le *Dematium* ne présente jamais de glycogène; d'autres champignons, qui en contiennent au contraire une forte proportion, sont généralement beaucoup plus pauvres en granulations; peut-être y aurait-il compensation.

» Nous avons comparé ces résultats avec ceux qu'a obtenus Wager, et nous nous sommes assuré, par l'étude d'un certain nombre de levures (*S. pastorianus, S. ellipsoideus, Oidium albicans*) et notamment du *Saccharomyces cerevisiæ,* que ces granulations correspondaient bien aux granulations décrites par cet auteur. Ce dernier a décrit une structure analogue avec des vacuoles chargées de granulations dont les unes, très fines, seraient des granulations nucléaires, et les autres, plus grosses, devraient être considérées comme des grains de protéine. Nous avons fait voir que les colorations ne laissaient aucun doute sur l'identité de ces dernières avec les granulations plus fines.

» Comme Wager, nous avons observé un noyau toujours accolé à la

vacuole, mais, contrairement à cet auteur, nous avons pu y reconnaître (au moins pour le *S. cerevisiæ*) une structure analogue à celle que nous avons décrite chez certaines moisissures. Il est formé d'un nucléoplasma entouré d'une membrane, dans lequel on distingue plusieurs granulations dont l'une, plus grosse et plus régulière, pourrait être le nucléole.

» Il résulte donc de nos observations qu'il existe une grande analogie entre la structure des moisissures et celle des levures. Presque tous les champignons inférieurs possèdent des granules de forme très variable, dont les plus gros ont été souvent confondus avec des globules d'huile. Ces granulations sont très souvent disposées autour ou dans l'intérieur des vacuoles. Elles sont assimilables aux grains rouges de Bütschli et, contrairement à l'opinion de Wager, ne font pas partie du noyau. Enfin, ce dernier possède une structure différenciée qui le rapproche des noyaux décrits chez les Ascomycètes supérieurs (Pezizes). »

MINÉRALOGIE. — *De la symétrie apparente dans les cristaux.* Note de M. **Fréd. Wallerant**, présentée par M. Fouqué.

« Quand le réseau et la particule complexe d'un corps cristallisé possèdent un élément de symétrie commun, cet élément se retrouve dans les formes cristallines et dans l'ellipsoïde d'élasticité optique, et le plus souvent la réciproque est vraie. Aussi, sans examen approfondi de la question, a-t-on généralisé cette réciproque, quoique certains faits montrent nettement qu'une rangée peut se présenter comme un axe dans les formes cristallines et dans l'ellipsoïde d'élasticité optique, sans être un axe de même ordre du réseau.

» Considérons l'iodargyrite : cette substance présente, dans ses formes cristallines, une symétrie nettement hexagonale, et l'on admet, par suite, qu'elle possède un axe sénaire, et dans son réseau et dans sa particule complexe. En réalité, elle est sensiblement cubique : elle ne possède qu'un axe ternaire de structure, qui est binaire par symétrie apparente.

» Un premier argument est tiré de ce fait que le paramètre de l'axe vertical rapporté à l'axe binaire est égal à 1,2294, c'est-à-dire très sensiblement $\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$; or, dans un réseau hexagonal, il n'existe aucun rapport entre l'axe vertical et l'axe binaire.

» Comme second argument les cristaux se maclent suivant la face $(10\bar{1}2)$

faisant avec l'axe ternaire un angle de 54°,38; ce groupement est inexplicable, si l'on considère le cristal comme hexagonal; au contraire, dans l'hypothèse d'un cristal cubique, cette face de groupement est un plan limite coïncidant avec l'une des faces du rhombododécaèdre, qui, dans le cube, fait avec l'axe ternaire un angle de 54°,44. La déformation n'est donc que de 6'.

» Un troisième argument est tiré de la belle expérience de MM. Mallard et Le Chatelier. Quand on chauffe l'iodargyrite, elle devient cubique à la température de 146° et le phénomène est réversible. La transformation s'effectuant sans perte de transparence, il faut bien que le réseau, cubique au-dessus de 146°, soit rhomboédrique et non hexagonal au-dessous de cette température.

» On voit donc qu'un axe ternaire peut prendre l'*apparence* d'un axe sénaire. Il est vrai que l'axe ternaire peut devenir un axe sénaire par suite du groupement de deux cristaux; mais ces groupements, quoique fréquents, n'existent pas forcément.

» Un autre exemple plus frappant est celui du rutile et d'autres minéraux considérés comme quadratiques, et qui, en réalité, sont monocliniques. L'axe quaternaire n'est qu'apparent : leurs réseaux et leurs particules complexes ne possèdent pas d'axe quaternaire, mais un axe quasi ternaire coïncidant avec l'un des axes considéré à tort comme binaire et, par suite, perpendiculaire sur le soit-disant axe quaternaire, qui coïncide avec la grande diagonale de la maille quasi losangique perpendiculaire sur l'axe ternaire.

» La véritable structure du rutile est mise en évidence, de façon indiscutable, par ses associations avec des cristaux ternaires tels que le fer oligiste, le mica, la chlorite, etc., et, en outre, par la nature de ses groupements.

» On pourrait citer de nombreux cas analogues et il devient par suite nécessaire d'introduire en cristallographie une notion nouvelle : la notion d'axe de symétrie apparente. Un tel axe jouit de la propriété suivante : si l'on fait tourner le réseau autour de lui d'un angle égal à $\frac{2\pi}{n}$, un plan réticulaire quelconque, une rangée quelconque viennent coïncider avec un autre plan réticulaire, avec une autre rangée, sans que le réseau se retrouve en coïncidence avec lui-même. C'est là, bien entendu, une condition nécessaire mais pas suffisante. Pour qu'une rangée soit un axe de symétrie apparente, il faut que la particule complexe exerce dans des directions symétriques

des actions égales sur les milieux extérieurs, tels que milieu cristallogène, éther. Or dans l'état actuel de la Science, il n'est pas possible de trouver les conditions auxquelles doit satisfaire la particule complexe, pour que cette symétrie mécanique soit réalisée, à moins qu'elle ne résulte directement de la symétrie géométrique. On peut cependant faire faire un pas à la question, en s'appuyant sur ce fait, révélé par l'observation, que les seuls axes de symétrie apparente sont précisément les rangées qui, dans un cristal cubique holoédrique, sont des axes de groupements. Ces axes de groupements, les axes ternaires et les normales aux faces du trapézoèdre (211), sont donc des axes limites d'ordre mécanique et non d'ordre géométrique. Or dire que l'équilibre est à peu près aussi stable quand les particules complexes sont symétriques ou parallèles, cela revient à dire qu'une particule exerce des actions sensiblement égales dans deux positions symétriques. On conçoit donc que, par suite d'une légère déformation de la particule complexe, ses actions dans deux orientations symétriques puissent devenir égales, et dans ce cas l'axe de symétrie mécanique se comportera comme un axe de symétrie géométrique et se retrouvera dans les formes cristallines et l'ellipsoïde d'élasticité optique.

» Ces faits m'ont paru intéressants à signaler, car en définitive la théorie de Bravais consiste à considérer les corps cristallisés comme des milieux géométriquement symétriques; de cette symétrie géométrique découle la symétrie mécanique permettant d'expliquer les propriétés de ces corps. Or les faits précédents montrent que la symétrie mécanique peut être réalisée en dehors de la symétrie géométrique, mais, bien entendu, dans deux cas particuliers qui ne portent pas atteinte à la généralité des lois de la cristallographie. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'origine de l'or de Madagascar.* Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Fouqué.

« L'or natif se rencontre dans les alluvions de la presque totalité de la région gneissique de Madagascar, bien que les gisements jusqu'à présent explorés soient surtout concentrés dans le massif central de l'île.

» Les filons de quartz, qui, dans le plus grand nombre des régions aurifères, sont la source première de l'or alluvionnaire, n'ont été que fort peu étudiés jusqu'à présent à Madagascar, et sauf trois d'entre eux, exploités dans les environs de Suberbieville avant la conquête, nous n'avons guère sur eux de renseignements positifs.

» Je me propose de montrer dans cette Note que l'origine d'une partie au moins de l'or alluvionnaire de la grande île doit être recherchée dans un autre genre de gisement.

» Plusieurs prospecteurs ont annoncé que de l'or avait été obtenu par le lavage direct de la terre rouge (*latérite*) qni, à Madagascar comme dans beaucoup de régions chaudes, résulte de la décomposition *sur place* des roches feldspathiques les plus diverses (gneiss, granite, etc.).

» Les plus grosses pépites trouvées à Madagascar, et dont quelques-unes, exposées en 1895 au Muséum par M. Suberbie, atteignaient 450^{gr}, ont été recueillies aux environs de Suberbieville dans ces terres rouges, non loin, il est vrai, des filons de quartz dont il est parlé plus haut, mais certainement en dehors d'eux. Elles ne sont absolument pas roulées et il n'est pas douteux qu'elles aient été trouvées dans leur gisement originel.

» A ces renseignements, je puis ajouter quelques observations absolument précises résultant de l'étude de deux échantillons donnés par M. Suberbie à la collection minéralogique du Muséum. Ils proviennent tous deux du Mandraty, affluent de l'Ikopa. Le premier est constitué par l'un de ces *quartzites à magnétite* si répandus dans l'île et qui y sont la source principale du minerai de fer. L'or natif y est régulièrement distribué et joue le même rôle que la magnétite, c'est-à-dire moule les grains de quartz ou est englobé par eux. Le métal précieux est intimement associé à cette magnétite, et il est sans aucun doute l'un des éléments primaires de la roche.

» Le second échantillon est plus intéressant encore; il est constitué par un *gneiss* dont les lits sont alternativement riches ou pauvres en biotite. L'or natif y est très abondamment distribué en grenailles ou en cristaux nets. L'examen microscopique montre cet or natif inclus dans tous les éléments : quartz, feldspaths (orthose et oligoclase) et même biotite. On l'y trouve non seulement en particules visibles à l'œil nu, mais encore en myriades de petits cristaux, ayant parfois moins d'un μ et disposés suivant des surfaces planes ou courbes, à la façon des inclusions liquides : celles-ci sont elles-mêmes très abondantes dans le quartz de la roche, qui ne contient pas trace de pyrite.

» De ces faits il résulte la conviction que l'or natif est un élément normal de ce gneiss. C'est, je crois, avec l'observation faite par M. Orville Derby dans le district de Campanha (Miñas Geraès), le seul exemple d'or natif jouant le rôle de minéral primordial dans une roche gneissique. On peut chercher à expliquer ce curieux mode de gisement à l'aide de quelques faits d'observation connus dans d'autres régions.

L'or natif en cristaux anciens a été signalé par M. Merrill dans un échantillon de granite de la Sonora, par M. Jacquet dans le granite de Broken Hill (Australie).

» On sait, d'autre part, que l'or natif existe en petite quantité dans quelques filons stannifères (notamment dans ceux du Limousin), produits par des émanations du magma granitique.

» La collection du Muséum possède un échantillon de gneiss granulitique des environs de Nantes renfermant une géode tapissée de cristaux de quartz, d'apatite et de lamelles d'or natif.

» Enfin, M. Faribault a signalé dans la Nouvelle-Écosse des filons de pegmatite dont les apophyses, de plus en plus pauvres en mica et en feldspath, se terminent par des filonnets de quartz aurifère.

» Il est donc bien établi que l'or est un élément possible, quoique rare, des magmas granitiques. Il n'est pas étonnant dès lors de le voir apparaître sous une forme plus abondante dans certains schistes cristallins tels que ceux de Madagascar, au milieu desquels l'influence du granite éruptif se fait sentir à chaque pas.

» On peut en outre se demander si les filons quartzeux aurifères de l'île ne doivent pas, eux aussi, être en relation avec le granite. En effet, ces filons renferment parfois des parties quartzeuses limpides, semblables à ces blocs de cristal de roche que l'on rencontre dans la plupart des rivières de Madagascar. Or ces derniers sont souvent riches en inclusions de tourmaline, de muscovite, qui ne laissent pas de doute sur leur relation avec les pegmatites.

» L'intérêt théorique de cette question, malgré toute son importance, ne doit pas faire perdre de vue son côté pratique; il est probable que les faits que je viens de décrire dans la région de Suberbieville ne sont pas isolés. M. G. Grandidier m'a dit avoir vu aux environs d'Ambositra des paillettes d'or dans un bloc de gneiss formant la pierre principale d'un tombeau malgache. Il y a donc lieu d'appeler l'attention des explorateurs de Madagascar sur la présence de l'or dans les gneiss et mieux encore dans les terres rouges (latérites) provenant de leur décomposition, qui se prêteront plus facilement à la recherche du métal précieux. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des roches éruptives du cap d'Aggio (Alpes-Maritimes).* Note de M. **Léon Bertrand**, présentée par M. Michel Lévy.

« Dans une Communication récente à la Société géologique de France, M. Guébhard a indiqué que les tufs cinéritiques labradoriques de Biot sont

du Miocène supérieur, ce qui rajeunit notablement l'âge admis généralement jusqu'ici pour les éruptions de labradorites dans les Alpes-Maritimes. Il est d'ailleurs très vraisemblable que ces éruptions ne sont pas toutes contemporaines et que certaines d'entre elles datent de la fin du Pliocène ou même du Pléistocène ([1]). Il me paraît démontré actuellement que les éruptions qui ont donné naissance aux roches analogues du cap d'Aggio doivent se rapporter à une date très récente.

» Il n'existe d'ailleurs dans ce point, à ma connaissance, aucune roche éruptive *en place*, soit en coulée, soit en produits de projection; le gisement du cap d'Aggio est manifestement formé de produits de projection *remaniés et stratifiés* par les eaux, probablement marines, et formant seulement un placage contre la falaise de calcaires jurassiques; mon éminent maître, M. Michel Lévy, que j'ai eu la bonne fortune de conduire à ce gisement, a été aussi de cet avis. Ce gisement se trouve au niveau actuel de la mer, mais il en existe d'autres dans le voisinage à une altitude plus élevée, jusqu'à 100^m environ au-dessus du niveau de la Méditerranée.

» En particulier, la gare de la Turbie (Chemin de fer P.-L.-M.), située à 1^{km} à l'ouest, est creusée dans un dépôt de galets de plage, situé à une cinquantaine de mètres d'altitude et vraisemblablement pléistocène (ou du moins du Pliocène le plus récent); des travaux exécutés l'an dernier, pour la construction d'une villa au bord du chemin qui descend de la route de la Corniche inférieure à la gare, m'ont montré qu'à un niveau notablement supérieur à cette dernière se retrouvent encore dans ces formations récentes des éléments éruptifs analogues à ceux du bord de la mer.

» D'autre part, à 1^{km} au nord-est du cap d'Aggio, au fond de la seconde baie rencontrée en suivant la plage, presque en vue de Monaco, on retrouve au bord de la mer des formations identiques à celles du cap d'Aggio, c'est-à-dire formées uniquement de produits éruptifs stratifiés. Lorsqu'on monte de ce point à la route de la Corniche, on voit, dans une tranchée de celle-ci, les mêmes éléments s'intercaler au milieu d'une puissante formation bréchoïde à éléments calcaires, qui forme un placage au pied du versant sud de la Tête de Chien; cette formation me paraît devoir être considérée comme d'un âge très peu différent de l'époque à laquelle s'est produit le remplissage des fentes du calcaire jurassique supérieur de Monaco, qui a donné naissance à la brèche ossifère bien connue de cette localité.

» L'abondance des cultures et des constructions dans cette région très

---

([1]) M. Ambayrac avait déjà signalé en deux points et, en particulier, à Sainte-Pétronille, sur la route de Saint-Laurent-du-Var à Gattières, où j'ai pu vérifier l'exactitude de cette observation, l'existence de roches analogues perçant les poudingues pliocènes.

habitée ne m'a pas permis de relever de coupes nettes montrant les relations stratigraphiques de ces divers gisements; mais il me paraît vraisemblable qu'il s'agit d'éléments provenant d'éruptions qui auraient eu lieu par une ou plusieurs cheminées situées actuellement sous les eaux de la Méditerranée, mais très près du rivage actuel. D'autre part, ces éléments éruptifs sont surtout abondants au voisinage immédiat du niveau actuel de la mer, où ils constituent à eux seuls de puissants dépôts; mais l'absence de coupes nettes ne m'a pas permis de reconnaître si cette situation correspond aux plus récentes ou aux plus anciennes de ces formations côtières.

» Dans tous les cas, il me paraît néanmoins bien démontré qu'il y a eu, en ce point, *au voisinage immédiat de la côte actuelle*, et probablement en relation avec les fractures résultant de l'effondrement qui lui a donné naissance, *des éruptions d'âge très récent, datant du Pléistocène, ou, au plus, du Pliocène supérieur*. »

GÉOLOGIE. — *Les dômes de Saint-Cyprien (Dordogne), Sauveterre et Fumel (Lot-et-Garonne)*. Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Michel Lévy.

« La région crétacée du nord du bassin de l'Aquitaine est intéressée par un groupe de trois plis anticlinaux orientés N.-O., S.-E. et séparés par des synclinaux, que j'ai pu suivre, chacun sur plus de 200^{km}. D'une manière générale ces plis sont parallèles à ceux du Jurassique poitevin, plis parallèles eux-mêmes ou se reliant aux plissements hercyniens du massif central et du sud de la Bretagne.

» Des études récentes me permettent de préciser leur terminaison orientale et d'indiquer leurs rapports avec la région jurassique du Quercy.

» *Dôme de Saint-Cyprien*. — Au pli de Périgueux se rattache, au sud-ouest, le dôme de Saint-Cyprien, de plus de 40^{km} de long, très allongé dans la direction du pli. Son noyau, constitué par le Virgulien et le Portlandien assez fortement plissés et disloqués, s'étend depuis les environs de Bugue (Dordogne) jusque près de Cazals (Lot) et Bonzic (Dordogne). Il se relie dans cette région au Jurassique de la feuille de Gourdon, de sorte qu'il n'offre les caractères de dôme que sur $\frac{5}{6}$ environ de son pourtour.

» La disposition des divers étages crétacés formant les flancs nord-ouest, nord-est et sud-ouest est très différente. Sur le flanc nord-ouest, les couches sont peu inclinées, tandis qu'elles sont fortement relevées et présentent un pendage considérable sur le flanc sud-ouest (jusqu'à 70° d'inclinaison). Le refoulement qui a donné naissance

à ce pli dissymétrique a été si intense qu'il s'est brisé près de la clef de voûte sur plus de 30^{km}. Il en est résulté une faille faisant buter le Jurassique contre les divers termes du Crétacé fortement redressés et dénivellés de 200^{m} en moyenne.

» En dehors de cette grande faille qui rappelle singulièrement comme origine et comme allure celle du Pays de Bray, étudiée par M. de Lapparent, il existe plusieurs failles secondaires découpant le dôme en compartiments secondaires.

» Les autres particularités du dôme de Saint-Cyprien sont les suivantes :

» *a*. Le Crétacé est peu disloqué par rapport au Jurassique sur lequel il repose avec des discordances atteignant 45° ;

» *b*. C'est tantôt le Cénomanien, tantôt le Turonien qui recouvrent le Jurassique, à des distances parfois très faibles ;

» *c*. Le Cénomanien, presque exclusivement saumâtre (faune saumâtre, lignites exploités, sel, gypse), est logé dans de petits synclinaux formés à la fin du Portlandien, tandis que le Turonien s'étend sur les anticlinaux arrasés du Jurassique.

» Nous verrons plus loin les conclusions que l'on peut tirer de ces faits :

» Si l'on examine une carte géologique de France, on aperçoit un golfe jurassique pénétrant dans la région crétacé de Fumel et de Sauveterre, golfe que l'on croyait produit par un pli se reliant à l'anticlinal de Jonzac (Ile d'Oléron). Le fait n'est pas exact. On a là en réalité deux dômes absolument indépendants, séparés par une assez large bande crétacée.

» Le *dôme de Sauveterre* (Lot-et-Garonne), de forme ellipsoïde, a 8^{km} de long sur 4^{km} de large et présente une régularité remarquable. La vallée de l'Allemance, ouverte suivant son grand axe, est suivie par une grande route et par la ligne de chemin de fer de Périgueux à Agen.

» Ce dôme constitue, au milieu d'une contrée presque exclusivement coniacienne, une boutonnière, ramenant au jour, à la fois, le Turonien (Angoumien, Ligérien) et le Virgulien (zones à *Am. longispinus* et *Am. Lallierianus*). De même que dans le dôme de Saint-Cyprien, le Jurassique est beaucoup plus plissé que le Crétacé, qui le recouvre avec une discordance variable, mais il n'y a pas de Cénomanien.

» Le grand axe du dôme est orienté N.-E.-S.-O., il se continue par un pli de même direction. Une particularité importante consiste en un rebroussement brusque et très accentué des assises sur tout le parcours. En maints endroits, il y a même verticalité du Turonien,

« Le *dôme de Fumel* (Lot-et-Garonne), comme celui de Saint-Cyprien, se relie à son extrémité sud-ouest à la région jurassique du Quercy.

» Il s'étend dans les départements du Lot et du Lot-et-Garonne, où il forme une région jurassique, entourée au nord et à l'ouest par le Crétacé et au sud par le Tertiaire. — Le Lot a entaillé profondément son flanc nord de Puy-Lévêque à Fumel. Le flanc sud se prolonge jusqu'auprès de Tournon. Le noyau du dôme est formé par le Virgulien (zones à *Am. Lallierianus, Am. longispinus, Am. endoxus*) et le Portlandien (zones oolitiques à Nérinées et à *Am. portlandicus* et zones à *Am. rotundus*). Ces assises, portées à l'altitude de 284^{m} au sommet du dôme, affleurent à l'altitude de 85^{m} sur le pourtour. Des lambeaux du Turonien se montrent à Pech-Ausson (alt. 232^{m}).

» Le dôme de Fumel offre des particularités très intéressantes.

» Il a été esquissé avant le dépôt du Crétacé, comme les précédents, mais ici l'érosion qui a suivi le plissement, avant le dépôt du Turonien, peut être calculée : elle atteint plus de 100^{m}.

» L'étude des dômes de Saint-Cyprien, Sauveterre et Fumel permet de tirer les conclusions suivantes :

» *Géologie.* — Ces trois dômes ont un noyau virgulien (zones à *Am. orthocera, Am. Lallierianus, Am. longispinus, Am. endoxus*) et portlandien (zones à *Am. portlandicus* et *Am. rotundus*), entouré de Cénomanien, de Turonien et de Sénonien pour le premier; de Turonien et Sénonien seulement pour les deux autres.

» *Tectonique et Paléogéographie.* — Des phénomènes de refoulement eurent lieu dans l'Aquitaine immédiatement après le dépôt du Portlandien; ils ébauchèrent le réseau de plis indiqué plus haut et donnèrent naissance aux trois dômes de Saint-Cyprien, Sauveterre et Fumel. L'érosion les décapita en partie avant l'arrivée de la mer Cénomanienne. Le dôme de Saint-Cyprien formait une île couverte de végétation, au milieu de cette mer. Sur ses bords s'étendaient des lagunes peuplées de formes saumâtres, et il s'y déposait des lignites (exploités), du sel et du gypse.

» Les dômes de Sauveterre et de Fumel étaient rattachés à la terre ferme, mais devaient être peu éloignés des rivages de la mer Cénomanienne.

» A la même époque, au contraire, les autres dômes de la région crétacée de l'Aquitaine, ceux de l'île d'Oléron-Jonzac, de Mareuil et de Chapdeuil (Dordogne), esquissés à la fin du Portlandien, dômes que j'ai fait connaître récemment, étaient complètement recouverts par les eaux cénomaniennes.

» Au Turonien, les dômes de Sauveterre et de Fumel furent immergés à leur tour.

» A l'époque de l'édification de la chaîne pyrénéenne (oligocène), tous ces dômes, et plus particulièrement ceux qui font l'objet de cette Note, furent comme rajeunis, et le refoulement qui les érigea en collines de 600^{m} de haut porta le Jurassique à une altitude de plus de 300^{m}. Ces collines situées à l'intérieur du bassin de l'Aquitaine étaient alors plus élevées que la Bretagne et qu'une grande partie du Massif central actuel.

» L'érosion postoligocène les a de nouveau ramenés à une altitude inférieure à 300^{m}, et au niveau des vallées du Lot et de la Dordogne elle a dépassé 500^{m}.

» *Géophysique.* — Les divers étages géologiques influent d'une manière frappante sur le paysage.

» Les calcaires marneux du Virgulien sont activement exploités pour la fabrication du ciment dans plus de 20 usines (Saint-Cyprien, Atlas, Sauveterre, Fumel). Partout où ils affleurent, il existe une activité industrielle qui contraste avec le calme du reste de la région. Les calcaires supérieurs du Virgulien et ceux du Portlandien (calcaires sublithographiques, calcaires magnésiens) forment un sol ingrat, aride, rocailleux, semé de gouffres, de dissolution de digues, de mares; des contrées désolées, rappelant les Causses, où la végétation est des plus précaires (truffes) et l'eau très rare. Cette aridité est d'autant plus frappante que le Crétacé et le tertiaire entourant le Jurassique sont couverts de bois, de vignes et de céréales. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 21 JANVIER 1901.

La Forme et la Vie, essai de la méthode mécanique en Zoologie, par FRÉDÉRIC HOUSSAY. Paris, Schleicher frères, 1900; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Notice sur la Géologie de la Loire-Inférieure, par LOUIS BUREAU, avec *Liste des Végétaux fossiles,* par ÉDOUARD BUREAU. Nantes, E. Grimaud et fils, 1900; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Fouqué.)

Annales de l'observatoire météorologique, physique et glaciaire du mont Blanc, publiées sous la direction de M. J. VALLOT; t. IV et t. V (planches du t. IV). Paris, G. Steinheil, 1900; 2 vol. petit in-4°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Congrès international pour l'étude des questions d'Éducation et d'Assistance des sourds-muets, tenu les 6, 7 *et* 8 *août* 1900 *au Palais des Congrès de l'Exposition. Compte rendu des travaux de la section des entendants.* Paris, 1900; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

La Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles. Directeur scientifique : Ch. Lauth; 5e année, n° 1, 15 janvier 1901. Paris, Octave Doin; 1 fasc. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Directeur : M. E. Mascart; XLIIIe année, nos 1-9, 1er-9 janvier 1901. Paris; 9 feuilles petit in-4°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe; janvier 1901. Paris. 1 fasc. in-8°.

La Géographie. Bulletin de la Société de Géographie, publié tous les mois par le baron Hulot et M. Ch. Rabot. Paris, Masson et Cie, 1901; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Chimie pure et appliquée. Directeur : George-F. Jaubert. Paris, 1901; 1 fasc. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire, publié par le corps enseignant de l'École d'Alfort; VIIIe série, t. VIII, n° 1, 15 janvier 1901. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur : Louis Olivier; 12e année, n° 1, 15 janvier 1901. Paris, librairie Armand Colin; 1 fasc. gr. in-8°.

Journal du Gaz et de l'Électricité. Directeur : P. Thiercelin; 21e année, n° 1, 15 janvier 1901. Paris; 1 fasc. in-4°.

Crania suecica antiqua. Eine Darstellung der schwedischen Menschen-Schädel aus dem Steinzeitalter, dem Bronzezeitalter und dem Eisenzeitalter, sowie ein Blick auf die Forschungen über die Rassencharakter der europaischen Völker, von Gustaf Retzius. Stockholm, 1900; 1 vol. in-f°. (Hommage de l'Auteur.)

Ricerche di Fisiologia e Scienze affini, dedicate al Prof. Luigi Luciani, nel vinticinquesimo anno del suo insegnamento, 3 maggio 1900. Milan, 1900; 1 vol. petit in-4°. (Hommage de M. Luigi Luciani.)

Verslag eener botanische dienstreis door de Minahasa, tevens eerste overzicht der Flora van N. O. Celebes, uit een wetenschappelijk en praktisch oogpunt, met 10 kaarten en 3 platen, door Dr S. H. Koorders. Batavia, G. Kolff et Cie, 1898; 1 vol. gr. in-8°. (De la part du Jardin botanique de Buitenzorg.)

(A suivre.)

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, **deux volumes in-4°**. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20 fr.** — Départements : **30 fr.** — Union postale : **34 fr.**

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Marche.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Co. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople.	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liége	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Giuo. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Petersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15 fr.**
Tomes 92 à 121. — (1er janvier 1881 à 31 décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SEANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I: Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15 fr.**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15 fr.**

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 3.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 21 janvier 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1901

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 4 (28 Janvier 1901).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 JANVIER 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Production de l'hydrogène dans les roches ignées. — Action de la vapeur d'eau sur les sels ferreux.* Note de M. **Armand Gautier**.

« Dans un précédent Mémoire (¹) j'ai montré que les roches ignées dégagent, lorsqu'on les porte au rouge, un volume très notable de gaz qui n'y préexistent pas, au moins pour leur majeure partie. Je m'occuperai surtout, dans la présente Note, du mécanisme qui donne naissance au plus important d'entre eux, l'hydrogène.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 58 et 64.

» J'ai trouvé par volume de roches :

	Hydrogène dégagé.
Granit, moyenne	6,7 volumes (1)
Porphyre bleu (de l'Esterel)	2,4 »
Ophite (de Villefranque)	4,6 »
Lherzolite	1,2 »

» Cet hydrogène étant toujours accompagné d'un peu d'ammoniaque, et la poudre de ces roches cédant, même à froid, à l'eau acidulée, une petite quantité de sels ferreux, j'ai pensé d'abord qu'une grande partie de cet hydrogène était due à la décomposition par l'eau au rouge de faibles quantités d'azotures et peut-être d'hydrures de fer préexistants. J'ai trouvé, en effet, dans quelques-unes de ces roches, de petites proportions d'azotures et d'hydrures ferreux, et j'y reviendrai; mais leur proportion ne suffit pas à expliquer la grande quantité d'hydrogène qui se dégage au rouge, et je me suis assuré qu'après avoir été traitées à l'électro-aimant les poudres de granit, d'ophite, etc., dégagent encore de l'hydrogène, quoiqu'en quantité moindre.

» L'hydrogène se forme dans ces roches seulement à chaud; il n'y préexiste pas et le mécanisme principal qui lui donne naissance, quand on les porte au rouge, est très simple.

» Lorsqu'on chauffe vers 750° à 800° dans un courant de vapeur d'eau un sel ferreux (chlorure, sulfure, carbonate, silicate, etc.) dont le radical négatif est, à cette température, volatil ou incapable de céder son oxygène, on obtient toujours un oxyde de fer, généralement de l'oxyde magnétique, en même temps qu'il se fait de l'hydrogène libre.

» Dans un tube de porcelaine contenant deux longues nacelles pleines de sulfure ferreux FeS bien exempt de fer métallique (2), j'ai fait passer au rouge un courant de vapeur d'eau surchauffée. Il sort du tube un mélange

(1) Je dois dire que mes résultats confirment, en général, ceux qu'avait observés A. Tilden (1897) et que je n'ai connus, au cours de ces recherches, que par l'extrait paru au *Bull. de la Soc. chim.*, 3e série, t. XX, p. 66, extrait sans aucun détail expérimental et très incorrect, attribuant à 100 volumes de roche ce que l'auteur rapporte à 1 volume seulement. Mais Tilden semble ne pas avoir distingué entre les gaz occlus et ceux qui se forment au rouge.

(2) 150gr de ce sulfure attaqués par l'acide chlorhydrique étendu ne donnèrent pas trace d'hydrogène libre.

d'hydrogène sulfuré et d'hydrogène, et celui-ci prédomine d'autant plus qu'on se rapproche du rouge vif et que la masse de sulfure est plus grande. Au rouge cerise j'ai trouvé, avec les nacelles, pour 100 volumes de gaz :

H^2S	22	32
H^2	76	65

Azote de l'air : le complément.

» Si l'on remplit le tube de porcelaine d'une colonne de sulfure grossièrement pulvérisé et si la température est suffisante, l'hydrogène sulfuré produit se dissocie en cédant son soufre au reste du sulfure non encore attaqué et de l'hydrogène presque pur se dégage. Voici, dans ce cas, l'une de mes analyses rapportée à 100 volumes de gaz :

H^2S	1,06
H^2	98,94
CO^2	Trace

» Le produit obtenu dans le premier cas est de l'oxyde ferrosoferrique Fe^3O^4, oxyde noir, très attirable à l'aimant, mélangé peut-être, là où l'oxygène extérieur a pu pénétrer, d'un peu d'oxyde ferrique Fe^2O^3. La réaction est la suivante :

$$3FeS + 4H^2O = Fe^3O^4 + 3H^2S + H^2.$$

» On remarquera que la réaction est en partie réversible; mais dans notre cas, la vapeur d'eau se renouvelant sans cesse, la totalité du sulfure avait disparu.

» Si l'on chauffe de la sidérose (ou carbonate ferreux naturel) à peine rouge naissant dans un courant de vapeur d'eau, il se dégage de l'hydrogène, mêlé dans ce cas d'oxyde de carbone et d'acide carbonique, et il se fait encore de l'oxyde de fer magnétique Fe^3O^4. J'ai obtenu, au rouge sombre, les gaz suivants :

	Début de la décomposition.	Pleine réaction au rouge.	Fin de la réaction.
CO^2	48,7	4,4	6,5 (CO^2 + H^2S)
H^2S	0,0	1,6	
CO	36,4	0,3	0,0
CH^4	0,0	0,0	0,0
H	6,9	67,1	38,8
Az	7,8	26,6	55,3
	99,8	100,0	100,6

» Ainsi de l'hydrogène se dégage abondamment lorsque la vapeur d'eau agit au rouge sur le carbonate ferreux naturel qui, suivant les conditions de température et la masse de vapeur réagissant, se transforme en un mélange variable d'oxyde ferrosoferrique et d'oxyde ferrique. Cette décomposition est, dès le début, accompagnée d'oxyde de carbone provenant de la réduction de CO^2 du minerai par le protoxyde FeO qui tend à se produire, mais qui passe aussitôt à l'état ferrosoferrique ([1]). Ici, avec la sidérose que nous avons employée, nous voyons apparaître, en même temps, une dose très notable d'azote ou d'un gaz analogue. Il est dû à la décomposition d'un azoture contenu comme impureté dans cette roche dont j'ai pu l'extraire en partie. Quant à l'hydrogène sulfuré, il provient des cristaux de pyrite qu'on y trouve aussi en faible proportion.

» Si l'on chauffe au rouge dans un courant de vapeur d'eau les poudres de silicates ferreux ou ferrosoferriques naturels, tels que les péridots et pyroxènes riches en oxydes de fer (hypersthène, hyalosidérite, olivine, diallage, etc.), ou les silicates de fer artificiels que j'ai obtenus en chauffant à haute température la sidérose avec la silice, on recueille également des gaz où domine l'hydrogène. Avec les silicates de fer artificiellement préparés, j'ai recueilli ainsi des gaz contenant jusqu'à 65 pour 100 d'hydrogène. Il semble se produire encore dans ce cas un silicate de plus en plus riche en oxygène et peut-être un peu de silice libre.

» Ces expériences démontrent donc que, lorsqu'on chauffe des roches ignées, telles que les granits, porphyres, ophites, etc., contenant, ainsi que je m'en suis assuré, jusqu'à 18 pour 1000 d'eau de constitution qui ne peut s'échapper avant le rouge, la vapeur d'eau fournie à cette température réagit sur les sels ferreux, et particulièrement sur les silicates de ces roches, et donne naissance à de l'hydrogène libre. C'est ainsi que les micas et la hornblende des granits, le pyroxène et la biotite du porphyre que j'ai traité, l'augite de l'ophite, l'enstatite et le pyroxène de la lherzolite, etc., s'oxydent en donnant des silicates ferrosoferriques et, quand l'acide carbonique simultanément formé intervient sous très forte pression, de la silice libre et de l'oxyde de fer magnétique que l'on trouve souvent dans ces roches, ce dernier provenant surtout de la décomposition par l'eau, au rouge, du sulfure de fer primitif. Mais dans les profondeurs des couches

---

([1]) M. Moissan avait déjà vu que le carbonate ferreux chauffé au rouge dans un courant de CO^2 donne CO et Fe^3O^4 (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 600).

terrestres, sous des pressions où la vapeur d'eau ne peut s'échapper, l'hydrogène ainsi produit grâce à l'oxydation des silicates ferreux augmentant sans cesse, la réaction inverse consistant dans la réduction des sels ferriques qui se forment, tend à son tour à se produire. Entre l'hydrogène formé sur place ou venu des profondeurs, la vapeur d'eau, les silicates oxydés ou oxydables, et variant suivant les températures, il se fait des échanges incessants; il s'établit ainsi des équilibres mobiles d'où résultent les silicates ferreux et ferriques, mélangés en proportions variables, mais où les premiers prédominent généralement. Ce sont ces silicates mixtes que nous trouvons le plus souvent dans les micas, pyroxènes, diallage, hornblende, augite, etc., entrant dans la constitution de ces roches.

» Cet échange continu de gaz, en particulier d'oxygène, d'hydrogène et de vapeur d'eau, dès que sur tel ou tel point se modifient les conditions de cet équilibre, soit par issue des gaz réducteurs ou de la vapeur d'eau, soit en raison des variations de température, cet échange se produit partout où la chaleur est ou redevient suffisante et où l'eau peut intervenir.

» En voici la démonstration expérimentale : 150^{gr} d'ophite de Villefranque réduite en poudre et ne donnant plus de vapeur d'eau à 250°, furent portés dans le vide au rouge. On obtint, outre un nouveau dégagement de $2^{gr},25$ d'eau de constitution, 371^{cc} de gaz, dont 202^{cc} d'hydrogène et 122^{cc} d'acide carbonique. Après deux heures de complet épuisement au rouge à la trompe à mercure, la matière ne cédait plus que de loin en loin quelques bulles de gaz riche en acide carbonique. On laissa refroidir dans le vide et l'on introduisit cette poudre ainsi épuisée dans un tube de porcelaine où l'on fit passer au rouge un courant de vapeur d'eau surchauffée, entraînée par un peu d'acide carbonique. Sous cette influence, les silicates ferreux restés dans la roche s'oxydèrent de nouveau, et de ces 150^{gr} d'ophite *préalablement épuisée au rouge et dans le vide*, il sortit, à la pression ordinaire de l'atmosphère, 70 centimètres cubes nouveaux d'un gaz brûlant avec flamme et ayant la composition suivante (après enlèvement de CO^2 par les alcalis) :

CO	3,32
CH^4	6,08
H	36,20
Azote (avec environ 10 pour 100 d'air resté dans la poudre ou l'appareil)	54,20
	99,80

» On voit une fois encore ici, que les gaz ainsi obtenus ne préexistent

pas dans ces roches. Leur production s'arrête dès qu'on a enlevé la totalité de leur eau de constitution; elle reprend dès qu'une nouvelle quantité de vapeur d'eau introduite peut réagir sur les sels ferreux grâce au mécanisme que nous avons démontré plus haut. On voit aussi que ces réactions sont limitées par l'hydrogène produit si ce gaz reste présent; que s'il s'échappe, au contraire, une nouvelle proportion s'en forme lorsque la vapeur d'eau intervient encore.

» Mais ce n'est pas seulement de l'hydrogène qui se dégage ainsi des roches ignées portées au rouge : on a dit qu'il se fait en même temps de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, un peu de méthane, de l'azote mêlé d'argon, des traces d'hydrocarbures aromatiques, d'acide sulfocyanhydrique, un peu d'ammoniaque, etc.

» L'acide carbonique est en partie dû à la dissociation des carbonates que l'on rencontre dans les roches ignées, comme en témoigne l'action des acides sur ces roches en poudre. 100^{gr} de granit de Vire traités par l'acide phosphorique étendu m'ont donné 27 et 24 cent. cubes d'acide carbonique qui, calculé en carbonate de chaux, répondent à $1^{gr},24$ de calcaire par kilogramme. Mais ce granit contient aussi du carbonate ferreux; car, si l'on épuise au préalable la poudre par l'électro-aimant, l'acide carbonique obtenu diminue de près de moitié.

» L'oxyde de carbone qui se forme aussi au rouge s'explique aisément par l'action des sels ferreux, et particulièrement du silicate, sur l'acide carbonique que ces sels réduisent comme je l'ai montré plus haut.

» Quant à l'hydrogène sulfuré, au méthane, aux traces d'hydrocarbures aromatiques, à l'azote, à l'ammoniaque, aux sulfocyanures, etc., que l'on rencontre aussi, quoiqu'en moindre proportion, dans les gaz issus de roches ignées, ils ont une origine qui mérite quelques éclaircissements. Leur formation se rattache à l'existence, dans ces roches, de produits accessoires intéressants qui feront l'objet d'une prochaine Communication. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La dépense énergétique qu'entraînent respectivement le travail moteur et le travail résistant de l'homme qui s'élève ou descend sur la roue de Hirn. Évaluation d'après l'oxygène absorbé dans les échanges respiratoires*, par M. A. CHAUVEAU.

« Outre la comparaison indiquée par le titre de la présente Note, on y vise celle des variations de la dépense, corrélatives aux variations du travail,

suivant que celles-ci dépendent de modifications apportées à la *valeur de la charge déplacée* ou à la *vitesse de son déplacement*.

» Les expériences ont été faites ([1]) à l'air libre sur un homme du poids de 50^{kg}, dont on recueillait l'air expiré dans le gazomètre spécial destiné à cet usage au laboratoire. Aux deux narines du sujet était adapté l'appareil respirateur à soupapes, relié par un tube de caoutchouc au gazomètre. Le système laissait au sujet la liberté complète de tous ses mouvements.

» Le travail ne durait que huit à dix minutes et la cueillette de l'air commençait toujours au même moment, trois ou quatre minutes après le début du travail, quand la ventilation pulmonaire était à peu près entrée dans sa période d'état.

» Du reste, sans qu'il soit besoin de s'expliquer plus longuement sur ce point, les conditions expérimentales ont été, d'une manière générale, tout à fait identiques dans tous les cas : même état d'abstinence du sujet, même repos entre les expériences, symétrie parfaite des mouvements qui opéraient la montée et la descente, etc. Le fonctionnement de la machine qui mettait la roue en mouvement était scrupuleusement surveillé. On a pu ainsi déterminer avec la plus grande exactitude la longueur des chemins parcourus et la faire rigoureusement égale pendant les deux sortes de travaux positif et négatif. Quant à la valeur de la charge en mouvement, on la modifiait à l'aide de poids déposés dans une hotte fixée aux épaules et à la ceinture du sujet.

» Le Tableau suivant permet de se rendre compte des détails essentiels de la technique des expériences, des résultats qu'elles ont donnés et des conclusions qu'elles comportent.

1re Série. — *Variations de la valeur du travail mécanique par variations du* poids de la charge déplacée, *c'est-à-dire le poids du sujet. Même chemin parcouru par la charge dans le même temps.*

	A. Travail mécanique.			B. Dépense énergétique.			C. Rapports de la dépense et du travail mécanique.	
	I. Chemin parcouru par la charge en une heure.	II. Valeur de la charge déplacée.	III (I×II). Valeur du travail mécanique accompli en une heure.	IV. Consommation horaire de O².	V. Dépense horaire en calories ([1]).	VI. Dépense horaire en kilogrammètres.	VII $\left(\frac{VI}{III}\right)$. Énergie dépensée par kilogrammètre de travail mécanique effectué.	VIII $\left(\frac{III}{VI}\right)$. Rendement mécanique de la dépense.
	m	kg	kgm	lit	Cal	kgm	kgm	
Travail moteur (montée). a.	431	50	21 552	53,70	247	104 975	4,871	0,205
b.	431	60	25 862	63,55	292	124 100	4,798	0,208
c.	431	70	30 173	82,65	380	161 500	5,352	0,187
Travail résistant (descente). a.	431	50	21 552	21,85	128	54 447	2,526	0,396
b.	431	60	25 862	31,30	144	61 192	2,366	0,422
c.	431	70	30 173	44,50	203	86 216	2,857	0,352

([1]) Eu égard aux conditions diététiques du sujet et en raison de la reconstitution incessante du glycogène musculaire, pendant la contraction, par oxydation des réserves adipeuses, l'évaluation énergétique de la dépense est faite d'après le nombre de calories (4,6) produites par 1^{lit} de O^2 engagé dans la combustion de la graisse.

([1]) Avec la collaboration de M. J. Tissot.

2ᵉ Série. — *Variations de la valeur du travail mécanique par variations de la* longueur du chemin *parcouru dans le même temps par la même charge.*

	A. Travail mécanique.			B. Dépense énergétique.			C. Rapports de la dépense et du travail mécanique.	
	I. Chemin parcouru par la charge en une heure.	II. Valeur de la charge déplacée.	III (I×II). Valeur du travail mécanique accompli en une heure.	IV. Consommation horaire de O^2.	V. Dépense horaire en calories.	VI. Dépense horaire en kilogrammètres.	VII $\left(\frac{VI}{III}\right)$. Énergie dépensée par kilogrammètre de travail mécanique effectué.	VIII $\left(\frac{III}{VI}\right)$. Rendement mécanique de la dépense.
	m	kg	kgm	lit	Cal	kgm	kgm	
Travail moteur (montée). *a.*	302	50	15 087	44,90	206,5	86 071	5,705	0,175
b.	431	50	21 552	53,40	245	104 292	4,841	0,206
c.	554	50	27 720	60,30	277	118 691	4,245	0,235
Travail résistant (descente). *a.*	302	50	15 087	25,40	117	49 557	3,284	0,304
b.	431	50	21 552	28,55	131,5	55 815	2,590	0,385
c.	554	50	27 720	31,20	143,5	60 996	2,200	0,454

3ᵉ Série. — *Variations de la valeur du travail mécanique par variations* de la longueur du chemin *parcouru dans le même temps par la même charge (Travail négatif seul).*

	A. Travail mécanique.			B. Dépense énergétique.			C. Rapports de la dépense et du travail mécanique.	
	I. Chemin parcouru par la charge en une heure.	II. Valeur de la charge déplacée.	III (I×II). Valeur du travail mécanique accompli en une heure.	IV. Consommation horaire de O^2.	V. Dépense horaire en calories.	VI. Dépense horaire en kilogrammètres.	VII $\left(\frac{VI}{III}\right)$. Énergie dépensée par kilogrammètre de travail mécanique effectué.	VIII $\left(\frac{III}{VI}\right)$. Rendement mécanique de la dépense.
	m	kg	kgm	lit	Cal	kgm	kgm	
Nº 1. *a.*	310	50	15 516	23,60	108,6	46 138	2,973	0,336
b.	427	50	21 336	25,35	116,6	49 559	2,322	0,430
c.	548	50	27 405	27,50	126,5	53 762	1,962	0,509
Nº 2. *a.*	306	50	15 303	26,70	122,8	52 198	3,411	0,293
b.	401	50	20 043	28,70	132	56 108	2,799	0,357
c.	496	50	24 786	31,30	144	61 191	2,468	0,405

Les expériences nº 2 ont été faites le même jour et sur le même sujet que les expériences nº 1. Mais les conditions physiologiques du sujet (fatigue, heures de la journée) n'étaient pas les mêmes. D'où les différences entre les valeurs de la dépense.

» Il convient maintenant de résumer les divers enseignements contenus dans les Tableaux ci-devant.

» A. Rapports de l'énergie dépensée au travail extérieur produit. — Ces rapports sont exprimés, dans les deux dernières colonnes des Tableaux, avec une telle netteté qu'il serait inutile de s'y arrêter s'il n'y avait nécessité à faire ressortir les particularités des résultats propres à chacune des conditions qu'on a fait intervenir pour modifier la valeur du travail extérieur.

» 1° *Cas de la variation de la valeur du travail extérieur par variations de la valeur de la charge déplacée.* — Les faits constatés au cours des expériences consacrées à l'étude de ce cas sont résumés dans les propositions suivantes :

» *a.* Quand la valeur du travail mécanique varie, sa durée restant la même, par le fait d'une *variation de la valeur de la charge déplacée*, la dépense corrélative d'énergie varie dans le même sens que le travail et, selon toute apparence, proportionnellement à la valeur de ce travail.

» *b.* Cette proposition s'applique aussi bien au *travail résistant* qu'au *travail moteur.* Les chiffres des colonnes IV, V et VI, comparés à ceux de la colonne III, montrent, en effet, très bien, dans les deux cas, la progression à peu près parallèle de la dépense et du travail extérieur.

» *c.* Ce parallélisme implique que le rapport de la dépense au travail reste sensiblement le même avec toutes les valeurs de ce dernier. Et de fait, les chiffres des colonnes VII et VIII, consacrées à la notation de ce rapport, tendent vers l'égalité. A peine constate-t-on une légère infériorité du rendement mécanique de la dépense, avec la charge la plus forte, qui était de nature à engendrer la fatigue et à laquelle le sujet n'était pas habitué.

» *d.* La valeur absolue du rendement mécanique de la dépense atteint, en moyenne, 0,200 pour le travail moteur et 0,389 pour le travail résistant. La traduction de la dépense de O^2 en valeur kilogrammétrique montre, en effet (colonne VII), que le sujet d'expérience, avec son coefficient personnel et dans les conditions où il agissait, faisait, par kilogrammètre de travail extérieur effectué, une dépense énergétique de 5^{kgm} avec le travail moteur et de $2^{kgm},580$ seulement avec le travail résistant.

» *e.* Mais *cette inégalité de rendement de la dépense n'altère en rien la symétrie complète qui est l'apanage des caractères de la dépense énergétique dans les deux sortes de travaux.*

» 2° *Cas de la variation de la valeur du travail extérieur par variation de la longueur du chemin que la charge parcourt dans l'unité de temps.* — Les résultats des expériences faites avec introduction de cette condition diffèrent des précédents en plusieurs points importants :

» *a.* Quand la valeur du travail mécanique varie, sa durée restant la même, par le fait d'une *variation de la longueur du chemin que parcourt la charge*, la dépense varie *toujours* dans le même sens que le travail, mais *jamais* proportionnellement à sa valeur. La croissance de la dépense est constamment plus faible que celle du travail extérieur.

» *b*. Cette proposition s'applique aussi bien au *travail résistant* qu'au *travail moteur*, en raison de *la symétrie parfaite qui se manifeste également ici dans les caractères de la dépense des deux sortes de travaux*.

» *c*. Donc, dans les deux circonstances, la valeur du rapport de la dépense énergétique au travail mécanique accompli décroît à mesure que ce travail augmente. C'est indiqué de la manière la plus saisissante par les chiffres de la colonne VII. Ceux de la colonne VIII montrent tout aussi bien l'augmentation de rendement qui est la conséquence forcée de ce défaut de parallélisme entre l'accroissement du travail et celui de la dépense.

» *d*. D'une manière générale, il résulte des chiffres de ces deux colonnes que *le travail mécanique rapide, moteur ou résistant, s'accomplit plus économiquement que le travail mécanique lent*.

» B. Différence de dépense entre le travail moteur et le travail résistant. — Il est toujours dépensé plus d'énergie pour l'accomplissement du travail moteur que pour l'accomplissement du travail résistant correspondant; c'est pourquoi le rendement mécanique de l'énergie dépensée est toujours plus avantageux avec ce dernier travail qu'avec le premier. Mais ici encore la nature des conditions qui interviennent pour modifier la valeur du travail extérieur exerce sur les caractères différentiels de la dépense une influence qu'il importe de faire ressortir.

» *a*. *Avec les changements de charge* (première série), l'écart entre les deux dépenses représente, comme celui qui existe entre les valeurs des deux rendements mécaniques, une différence à peu près constante. Cette différence est, du reste, considérable. D'après les documents du Tableau, en effet, avec la vitesse adoptée pour les déplacements du sujet sur la roue, le travail moteur dépense *uniformément* presque le double de ce que dépense le travail résistant.

» *b*. *Avec les changements de longueur du chemin parcouru par la charge* (deuxième série), les caractères de l'écart entre les deux dépenses sont un peu plus complexes. La valeur de cet écart n'est plus constante. Elle varie avec la vitesse du déplacement de la charge. En prenant dans l'ordre décroissant les trois vitesses de la série expérimentale, les écarts de la dépense décroissent de la manière suivante : $c\,\frac{60^{l},30}{31^{l},20} = 1,930$; $b\,\frac{53^{l},40}{28^{l},55} = 1,870$; $a\,\frac{44^{l},90}{25^{l},40} = 1,767$. Il est facile de s'imaginer les résultats du prolongement de la décroissance du chemin parcouru dans l'unité de temps : l'écart des dépenses ne disparaîtrait pas, mais celle du travail résistant ne tarderait pas à égaler presque celle du travail moteur.

» C. Les facteurs dont l'intervention est nécessaire pour imprimer a la dépense énergétique les caractères spéciaux signalés dans le résumé ci-dessus. — Le but de l'analyse qui vient d'être faite, et qui est à poursuivre jusque dans les moindres détails, n'était pas seulement de mettre empiriquement en évidence les caractères de la dépense énergétique du travail moteur et du travail résistant, chez l'homme qui monte ou descend son propre poids. Dans cette analyse, on a, de plus, procédé au groupement et à la coordination des faits, de manière à en tirer, pour ainsi dire naturellement, l'indication des interventions qui les créent ou qui les expliquent. C'était le meilleur moyen de se procurer les éléments d'une formule capable d'exprimer à la fois ces faits et les lois qui les régissent.

» Or, les faits absolument fondamentaux, qui appellent le plus fortement l'attention, ce sont les particularités attachées à la manifestation de l'écart existant entre les deux dépenses excitées par l'exécution du travail moteur et du travail résistant.

» De l'ensemble de ces faits, il ressort qu'ils ne sauraient être attribués qu'à un seul et même facteur, intervenant *symétriquement*, *en plus* avec le travail moteur, *en moins* avec le travail résistant.

» Et ce facteur ne peut être cherché du côté du *travail extérieur* du système musculaire. Positif ou négatif, ce *travail extérieur* entraîne nécessairement dans les deux cas, au sein du système musculaire, une dépense égale d'énergie *spécialement consacrée au déplacement de la charge*, soit à la *montée* pour le soulèvement de cette charge, soit à la *descente* pour le refrènement de sa chute, dépense toujours proportionnelle au travail mécanique effectué.

» C'est donc dans la dépense propre attachée à l'exécution du *travail intérieur* du muscle que réside l'origine de l'écart en question. Et l'on est confirmé dans cette conclusion par les faits antérieurement établis. Je veux parler des faits qui concernent la manifestation physique de ce *travail intérieur*, c'est-à-dire l'élasticité acquise par le muscle *en contraction statique* pour le soutien fixe d'une charge, les lois de la variation du coefficient de cette élasticité acquise et celles de la dépense attachée à la création dudit *travail intérieur*.

» Lorsque le muscle, préalablement mis en état de contraction statique, entre en *contraction dynamique*, son *coefficient d'élasticité*, par conséquent son *travail intérieur*, avec la *dépense* correspondante, *augmente* ou *diminue* suivant que la contraction dynamique est *positive* ou *négative*.

» Ajoutons que *tous* les faits s'accordent pour établir que ces deux

influences, divergentes ou inverses, agissent proportionnellement au produit de la charge par la *vitesse* avec laquelle celle-ci est entraînée, quand le muscle se raccourcit ou s'allonge pour soulever cette charge ou la mettre en chute.

» Il ne paraît pas qu'on puisse expliquer autrement les caractères du rapport tantôt fixe, tantôt variable des dépenses entraînées respectivement par le travail moteur et par le travail résistant correspondant. En tout cas, cette explication permet une superposition suffisamment concordante des modifications imprimées par les variations expérimentales aux travaux intérieurs et extérieurs des muscles, d'une part, et des modifications concomitantes de la dépense énergétique, d'autre part.

» Il y a donc lieu de penser que la formule à employer pour exprimer la loi générale de la dépense énergétique, dans le travail des moteurs animés, doit contenir comme éléments fondamentaux :

» 1° L'expression de la dépense attachée à l'exécution du *travail intérieur* qui équilibre la charge dans la *contraction statique,* point de départ nécessaire de la *contraction dynamique;*

» 2° L'expression de l'*augmentation* ou de la *diminution* imprimées à ce *travail intérieur,* en fonction de la valeur de la charge et de la *vitesse* de déplacement de la *masse* qu'elle représente, quand la *contraction statique* se transforme en *contraction dynamique* pour opérer le soulèvement ou l'abaissement de cette masse ;

» 3° L'expression de la dépense consacrée à l'exécution même du *travail extérieur,* positif ou négatif, c'est-à-dire à la création ou à l'extinction de la force vive, à l'état d'énergie potentielle ou d'énergie actuelle, acquise ou perdue par la charge dans son ascension ou le refrènement de sa chute ([1]).

([1]) Je tiens à faire remarquer que les conclusions auxquelles j'arrive, à la suite de cette étude, sur la dépense énergétique de l'homme qui élève ou descend sa propre masse, laisse subsister celles que j'ai tirées (*Comptes rendus,* t. CXXX, p. 757) de mon étude de l'élasticité du muscle en contraction dynamique, à la condition de considérer ces dernières conclusions comme s'appliquant exclusivement au *travail intérieur* du muscle (création de l'élasticité fonctionnelle). Mais l'expression de ces conclusions sur le *travail intérieur* doit être modifiée et, si on l'applique à la *dépense énergétique* concomitante, complétée par l'adjonction de l'énergie dépensée en propre pour le *travail extérieur.*

Du reste, grâce à cette adjonction, *nécessaire,* on peut se débarrasser de toutes les hypothèses que j'ai développées dans le *Journal de la Physiologie et de la Patho-*

» Mais je ne saurais faire de propositions pour la forme à donner à ces expressions qu'après avoir achevé les expériences à l'aide desquelles j'espère pouvoir me procurer les documents empiriques propres à établir une comparaison détaillée, suffisamment précise, de la dépense d'énergie qu'entraîne l'exécution du travail extérieur, moteur ou résistant, dans les machines inanimées et les moteurs animés. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *J.-G. Agardh*, Correspondant pour la Section de Botanique, décédé le 17 janvier 1901.

M. **Siedlecki** adresse des remercîments à l'Académie, pour la distinction accordée à ses travaux.

M. **Gaston Bonnier** présente à l'Académie le premier fascicule d'un « Cours de Botanique » rédigé par lui en collaboration avec M. *Leclerc du Sablon*, Doyen de la Faculté des Sciences de Toulouse.

« Dans cet Ouvrage sont décrits successivement les principaux groupes de végétaux, en y comprenant leur classification. La description et l'anatomie des organes sont traitées d'après un certain nombre de types choisis parmi les plantes les plus répandues. De plus, l'historique des découvertes botaniques a été, de la part des Auteurs, l'objet de recherches spéciales qui sont résumées à la suite des principales parties de l'Ouvrage, avec des gravures reproduites d'après les anciens auteurs.

» Ce premier fascicule renferme, après les Préliminaires et après l'Étude de la cellule et des tissus végétaux, les Chapitres relatifs à la tige, à la feuille et (en partie) à la racine des Phanérogames Angiospermes. Il com-

---

logie générales, sur l'existence d'un travail neuro-musculaire, indépendant du propre travail intérieur du muscle, dans le but de mettre la théorie de la dépense de la contraction dynamique en harmonie avec tous les faits observés.

L'étude actuelle, en complétant et en précisant ces faits, permet maintenant de les expliquer tous, sans recourir à aucune supposition plus ou moins arbitraire.

prend 384 pages et contient 553 figures, toutes originales, la plupart dessinées d'après nature. »

M. Rouché, en présentant à l'Académie le premier Volume d'un Ouvrage intitulé : « Analyse infinitésimale, à l'usage des ingénieurs », par MM. *Eugène Rouché* et *Lucien Lévy*, s'exprime comme il suit :

« Ce Traité fait partie de l'*Encyclopédie industrielle* de M. Lechalas, et le fait d'appartenir à ce Recueil indique suffisamment l'esprit dans lequel notre Travail a été conçu. Nous n'avons jamais perdu de vue que nous nous adressions surtout aux jeunes ingénieurs et nous pensons n'avoir rien omis de ce qui leur est nécessaire pour leurs recherches techniques. »

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *Positions diverses de la fibre neutre dans les corps rompus par flexion; raison de la fragilité.* Note de M. Ch. Frémont, présentée par M. Maurice Levy.

« On sait que la fibre neutre dans un corps fléchi en deçà de la limite élastique dépend des rapports des coefficients de la matière à la traction et à la compression.

» J'ai constaté, en poussant les essais de pliage jusqu'à la rupture, que la position de la fibre neutre dépend du rapport de la limite élastique à la compression et de la limite élastique à la traction.

» J'ai, en outre, été conduit par les résultats de mes expériences à cette conclusion, qui me paraît d'un grand intérêt pour les usages industriels de l'acier, à savoir qu'un acier est fragile (c'est-à-dire se rompt brusquement au pliage en dépensant une faible quantité de travail) ou non fragile (c'est-à-dire se rompt progressivement en dépensant une quantité de travail proportionnelle à celle qu'exige la rupture par la traction), suivant que le rapport de la limite élastique à la traction à la limite élastique à la compression est plus petit ou plus grand que l'unité.

» Ces propositions résultent de plusieurs expériences que j'ai effectuées et elles sont confirmées par les expériences de M. Hadfield sur la série des alliages fer et nickel, expériences que M. Osmond m'a signalées comme venant à l'appui de mes conclusions.

» Il est vraisemblable que le rapport des coefficients d'élasticité à la traction et à la compression varie dans le même sens que celui des limites élastiques à la traction et à la compression.

» Je me réserve de conduire mes expériences en vue de vérifier l'exactitude de cette induction.

Essais mécaniques de M. Hadfield sur les alliages fer-nickel (¹).

	Composition chimique.			Limite élastique à la compression.	Essais de traction.			
	C.	Mn.	Ni.		Limite élastique.	Rupture.	Allongement pour 100.	
						kg		
A.....	0,19	0,79	0,27	22	19	31	35	non fragiles.
B.....	0,14	0,75	0,51	22	20	30	36	non fragiles.
C.....	0,13	0,72	0,95	20	25	33	31	non fragiles.
D.....	0,14	0,72	1,92	27	26	34	33	non fragiles.
E.....	0,19	0,65	3,82	28	28	37	30	non fragiles.
F.....	0,18	0,65	5,81	40	28	41	27	
G.....	0,17	0,68	7,65	40	31	49	26	très fragiles.
H.....	0,16	0,86	9,51	70	42	85	9	très fragiles.
I......	0,18	0,93	11,39	100	65	94	12	très fragiles.
J......	0,23	0,93	15,48	80	55	94	3	très fragiles.
K.....	0,19	0,93	19,64	80	47	71	7	très fragiles.
L.....	0,16	1,00	24,51	50	32	77	13	très fragiles.
M.....	0,14	0,86	29,07	20	25	38	33	non fragile.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la propagation des ondes hertziennes dans la télégraphie sans fils.* Note de M. E. LAGRANGE.

« Bruxelles, 26 janvier 1901.

« Si l'application des ondes hertziennes à la télégraphie sans fils a atteint dès maintenant un caractère pratique et industriel, la théorie des phénomènes en eux-mêmes est loin d'être faite. Les rôles de la terre et de l'antenne émettrice, par exemple, ne sont pas encore bien définis. Si on laisse de côté l'influence que la terre joue sur la nature même des ondes produites, il semble que son rôle se borne à guider, comme le ferait un conducteur, les ondes émises par l'antenne, et qu'elle ne joue en rien le rôle d'un diélectrique.

» Pour vérifier ce point, nous avons examiné si l'action des ondes se ferait sentir sur un cohéreur enfoui dans le sol, à $0^m,30$ de profondeur. Une cavité convenable avait été creusée à une centaine de mètres du radiateur, alimenté par une bobine donnant $0^m,25$ d'étincelle, et munie d'une antenne de 2^m. Dans une caisse en bois se

(¹) *Proceedings of the Institution of Civil Engineers,* vol. CXXXVIII, Londres, 1898-1899.

trouvaient les appareils récepteurs ordinaires; le morse était remplacé par une cartouche de dynamite, placée à distance convenable et reliée par conducteurs souterrains au relai. Dans ces conditions, la fosse n'étant pas refermée, la mine détonait avec la plus grande facilité. Mais, lorsque la terre eut été rejetée, de manière qu'une couche de $0^m,30$ recouvrît la caisse en bois, il fut impossible d'agir sur le cohéreur. Un conducteur isolé et enterré avait été au préalable connecté au cohéreur; en le déterrant et le reliant à une antenne, on obtint aussitôt la déflagration.

» Il faut en conclure que les ondes ne pénètrent point à l'intérieur du sol, et qu'il y a probablement absorption et réflexion des ondes émises par l'antenne. Au point de vue militaire, ces expériences montrent aussi dans quelles conditions la mise à feu des mines pourrait avoir lieu à distance. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du nitrate d'uranium.* Note de M. **Œchsner de Coninck.** (Extrait.)

« .... L'étude de l'action de la chaleur sur le nitrate d'uranium m'a conduit aux conclusions suivantes :

» 1° La calcination brusque du nitrate d'uranium cristallisé fournit une modification rouge du sesquioxyde d'uranium, qui paraît être le polymère de la modification orange;

» 2° Cette modification rouge, calcinée pendant quarante heures au rouge sombre, dans une capsule de platine, se transforme partiellement en un oxyde brun. Calcinée pendant le même temps, au rouge vif, dans un creuset de platine fermé, *elle ne s'est pas transformée en oxyde vert*, mais a fourni une très petite quantité de l'oxyde brun;

» 3° La modification orange du sesquioxyde d'uranium, qui prend naissance dans la calcination ménagée du nitrate d'uranium, chauffée pendant vingt-six heures au rouge sombre, s'est partiellement transformée en modification rouge.

» Je continue ces recherches. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du bromure de bore sur les iodures de phosphore et sur les composés halogénés de l'arsenic et de l'antimoine* [1]. Note de M. **Tarible**, présentée par M. Henri Moissan.

« I. *Action du bromure de bore sur les iodures de phosphore.* — Les iodures de phosphore ont donné lieu, avec le bromure de bore, à des réactions du

---

[1] Ce Travail a été fait au laboratoire de M. Henri Moissan.

même ordre que celles que nous avons observées avec les chlorures et les bromures de ce métalloïde et que nous avons décrites antérieurement (¹).

» *Bromure de bore et bi-iodure de phosphore.* — Le bromure de bore, versé dans une solution sulfo-carbonique de bi-iodure de phosphore, fournit un corps jaune cristallin en même temps que le liquide devient rouge sombre. Le même composé apparaît lorsque l'on fait réagir le bromure de bore et le bi-iodure de phosphore en tube scellé.

» Nous avons fait varier les proportions des substances réagissantes; dans tous les cas, nous avons obtenu un corps d'aspect et de formule identiques ainsi que le montrent les analyses ci-dessous faites sur des échantillons provenant de mélanges de proportions différentes :

Expériences.	1.	2.	3.	Théorie pour $P^2I^4, 2BoBr^3$.
Phosphore	5,98	5,17	5,19	5,78
Brome	44,00	44,73	44,63	44,77
Iode	47,79	47,64	47,51	47,38
Bore (non dosé)	»	»	»	2,05

» Le bromo-iodure $P^2I^4, 2BoBr^3$ est en cristaux jaune d'or; avant de fondre, il émet des vapeurs d'iode vers 130°, puis entre en fusion vers 145°, mais, à cette température, il a déjà subi une décomposition partielle.

» Il est soluble dans le bromure de bore, le sulfure de carbone, le chloroforme, et il est insoluble dans l'huile de vaseline et l'éther de pétrole.

» Il est très rapidement décomposé par l'air humide, plus rapidement encore par l'eau, en acide borique, acide phosphoreux et en acides bromhydrique et iodhydrique. Il peut être sublimé dans un courant d'hydrogène sans altération.

» Il brûle dans l'oxygène lorsqu'on élève la température, en donnant des anhydrides borique et phosphorique: l'iode et le brome sont mis en liberté. Le soufre à l'état de vapeur détermine la formation d'un iodure de soufre. Le chlore réagit en donnant des composés doubles chlorés. Il absorbe le gaz ammoniac avec élévation de température en donnant naissance à une poudre blanche amorphe. $P^2I^4, 2BoBr^3$ réagit sur les composés organiques comme d'ailleurs ses constituants permettaient de le prévoir.

» *Bromure de bore et tri-iodure de phosphore.* — La réaction ne se produit pas à la température ordinaire; mais, si l'on chauffe un mélange de ces deux corps en tube scellé, on obtient par refroidissement un mélange de larges cristaux d'iode et de cristaux jaunes semblables à ceux de l'expérience précédente, le tout baignant dans un liquide très coloré.

» Ainsi, le bromure de bore réagit sur le tri-iodure de phosphore en donnant le même composé qu'avec le bi-iodure, mais avec mise en liberté d'iode, conformément à l'équation suivante :

$$2PI^3 + 2BoBr^3 = P^2I^4, 2BoBr^3 + 2I.$$

(¹) TARIBLE, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1521 et t. CXXXII, p. 83.

» Les iodures de phosphore ne fournissent donc avec le bromure de bore qu'un seul et même composé, le tri-iodure de phosphore étant détruit dans la réaction et amené à l'état de bi-iodure.

» II. *Action du bromure de bore sur le chlorure, le bromure et les iodures d'arsenic.* — Il nous a paru intéressant, pour compléter ce travail, d'étendre l'action du bromure de bore aux composés halogénés de l'arsenic et de l'antimoine.

» Nous avons obtenu les résultats suivants :

» *Bromure de bore et chlorure d'arsenic.* — Lorsque, dans un tube à essai contenant déjà du chlorure d'arsenic, nous avons ajouté le bromure de bore, il s'est produit un dégagement gazeux abondant accompagné d'une élévation notable de température, et, le liquide restant, incolore, s'est pris en une masse cristalline entre 18° et 20°.

» Nous avons renouvelé cette expérience avec des quantités de matières et dans des conditions telles qu'il nous a été possible de connaître les poids respectifs des corps mis en présence, le poids du gaz dégagé, le poids du résidu, et d'en déduire les quantités des corps entrés en réaction.

» Des diverses données ainsi obtenues nous avons dû conclure à un simple échange d'éléments entre le bromure de bore et le chlorure d'arsenic, représenté par l'équation suivante :

$$AsCl^3 + BoBr^3 = AsBr^3 + BoCl^3.$$

» *Bromure de bore et bromure d'arsenic.* — Au moment du mélange de ces deux corps, on n'observe qu'un abaissement très sensible de la température et l'apparition, vers 18°, de cristaux rappelant par leur aspect ceux du bromure d'arsenic.

» Dans une nouvelle expérience, nous avons opéré sur des poids connus des deux bromures. En abaissant la température au-dessous de 18°, nous avons pu séparer la partie liquide de la partie cristallisée. Le poids de cette dernière fut trouvé sensiblement égal à celui du bromure d'arsenic employé. En même temps, nous avons pu nous assurer que la partie liquide n'était autre que du bromure de bore.

» Le bromure d'arsenic s'était donc simplement dissous dans le bromure de bore.

» *Bromure de bore et iodures d'arsenic.* — Le tri-iodure et le penta-iodure d'arsenic se dissolvent dans le bromure de bore en tube scellé entre 180° et 200°, mais ne donnent lieu à aucun phénomène d'addition ni de décomposition.

» III. *Action du bromure de bore sur les composés halogénés de l'antimoine.* — Les réactions que le bromure de bore donne avec ces divers corps sont en tous points comparables à celles que nous avons observées sur les composés halogénés de l'arsenic.

» Avec les chlorures il y a échange d'éléments et forte élévation de température. Ces réactions sont représentées par les deux équations sui-

vantes :

$$SbCl^3 + BoBr^3 = BoCl^3 + SbBr^3,$$
$$3\,SbCl^5 + 5\,BoBr^3 = 5\,BoCl^3 + 3\,SbBr^3 + 6\,Br.$$

» Le bromure et l'iodure d'antimoine se dissolvent dans le bromure de bore sans qu'il en résulte d'altération dans leurs propriétés.

» *Conclusions.* — Les recherches que nous avons faites concernant l'action du bromure de bore sur les composés halogénés du phosphore, de l'arsenic et de l'antimoine, nous ont conduit aux résultats que nous pouvons résumer dans le Tableau comparatif suivant :

Corps mis en présence de $BoBr^3$.	Réactions produites.
PCl^3	Composé $PCl^3, 2\,BoBr^3$
PCl^5	» $PCl^5, 2\,BoBr^3$
PBr^3	» $PBr^3, BoBr^3$
PBr^5	» $PBr^5, BoBr^3$
P^2I^4	» $P^2I^4, 2\,BoBr^3$
PI^3	» $P^2I^4, 2\,BoBr^3 + I$
$AsCl^3$	Double décomposition
$AsBr^3$	Solution
AsI^3	Solution
AsI^5	Solution
$SbCl^3$	Double décomposition
$SbCl^5$	»
$SbBr^3$	Solution
SbI^3	Solution

» Ces réactions sont d'ailleurs en complet accord avec les données thermochimiques déterminées par différents observateurs.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'alcool œnanthylique sur son dérivé sodé ; nouvelle méthode de synthèse des alcools.* Note de M. **Marcel Guerbet**, présentée par M. Henri Moissan.

« On ne connaît actuellement qu'un assez petit nombre de méthodes conduisant à la synthèse des alcools monoatomiques : les alcools d'atomicité élevée, en particulier, n'ont pu jusqu'ici être obtenus synthétiquement qu'en passant par les aldéhydes correspondants. La méthode que j'ai l'honneur d'exposer à l'Académie permet d'obtenir facilement certains d'entre eux au moyen d'autres alcools moins condensés.

» Dans deux précédentes Communications [1], j'ai montré qu'en chauffant à 150°-160° l'alcool amylique inactif avec son dérivé sodé l'on obtient surtout de l'alcool diamylique et de l'acide isovalérique, suivant la réaction

$$2\,C^5H^{12}O + C^5H^{11}NaO = C^{10}H^{22}O + C^5H^9NaO^2 + 4H.$$

» La formation de l'alcool diamylique résulte, en somme, de la condensation de deux molécules d'alcool amylique avec départ d'une molécule d'eau

$$2\,C^5H^{12}O = C^{10}H^{22}O + H^2O.$$

» J'ai tenté la même réaction sur l'alcool œnanthylique; elle réussit encore et peut être formulée

$$2\,C^7H^{16}O + C^7H^{15}NaO = C^{14}H^{30}O + C^7H^{13}NaO^2 + 4H.$$

» Les produits principaux sont, en effet, de l'acide œnanthylique $C^7H^{14}O^2$ et un alcool de formule $C^{14}H^{30}O$, provenant de la condensation de deux molécules d'alcool œnanthylique. Il se forme en même temps, comme nous verrons dans la suite, l'acide correspondant $C^{14}H^{28}O^2$ et un peu d'un alcool de formule $C^{21}H^{44}O$ provenant de la condensation de trois molécules œnanthyliques.

» L'alcool œnanthylique employé provenait de la réduction de l'œnanthol par l'amalgame de sodium en liqueur acétique et bouillait à 174°-175°.

» Dans une bouteille en cuivre munie d'un réfrigérant à reflux, on chauffe peu à peu 400gr de cet alcool avec 30gr de sodium jusqu'à 220°, température que l'on maintient pendant douze heures. On observe un dégagement d'hydrogène, d'abord très rapide par suite de la réaction du sodium sur l'alcool, puis beaucoup plus lent, mais très régulier; il est alors produit par la réaction formulée plus haut. Enfin, après douze heures, le dégagement cesse à peu près complètement; la réaction est terminée.

» On reprend par l'eau le mélange refroidi et on l'additionne d'une quantité d'acide sulfurique telle que la solution aqueuse reste franchement alcaline; on achève alors la saturation par un courant d'acide carbonique et on laisse déposer le mélange qui se sépare en deux couches : une couche aqueuse, une couche huileuse qui surnage.

» La solution aqueuse est alors lavée plusieurs fois avec de l'éther, puis additionnée d'un excès d'acide sulfurique qui en précipite des acides huileux que l'on sèche et que l'on soumet à la distillation fractionnée. Les 243gr de produit brut donnent ainsi 150gr de produit bouillant à 222°-225° sous la pression normale; c'est de l'acide œnanthylique; puis 50gr de produit distillant de 190°-192° sous 13mm de

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 511 et 1002.

pression. Cette dernière fraction est rectifiée de nouveau : elle distille presque entièrement entre 190° et 191°. L'analyse et un titrage acidimétrique lui assignent la formule $C^{14}H^{28}O^2$ (C trouvé 73,21, calculé 73,68; H trouvé 12,31, calculé 12,28). Sa densité à 15° est 0,8860. Refroidi à $-10°$, cet acide cristallise et ses cristaux fondent à $+4°$. Il est donc différent des deux acides de même formule déjà connus : l'acide myristique qui fond à 53°,8, l'acide diœnanthylique de Perkin, qui reste liquide à $-10°$; je le nommerai *acide diœnanthylique* β, pour le distinguer de ce dernier acide.

» La couche huileuse, séparée comme il a été dit, renferme les alcools, en partie libres, en partie à l'état d'éthers œnanthyliques. On la fait donc bouillir avec la potasse alcoolique pour saponifier ceux-ci, puis on distille le produit sous pression réduite. Il passe d'abord de l'alcool œnanthylique qui n'a pas pris part à la réaction, puis deux fractions principales qui, après six rectifications sous 13^{mm} de pression, donnent 72^{gr} d'un alcool bouillant à 151°,5-152°,5 et 8^{gr} d'un autre alcool bouillant à 202°-206°.

» Le premier répond à la formule $C^{14}H^{30}O$ (C trouvé 78,72, calculé 78,50; H trouvé 14,11, calculé 14,02); je le nommerai *alcool diœnanthylique* β. C'est un liquide incolore, d'odeur faible, ne se solidifiant pas à $-20°$. Il bout à 286°-289° sous la pression normale, le thermomètre étant entièrement plongé dans la vapeur et à 151°,5-152°,5 sous 13^{mm} de pression. Sa densité à 15° est 0,8405.

» Le second a pour formule $C^{21}H^{44}O$ (C trouvé 80,87, calculé 80,77; H trouvé 14,15, calculé 14,10); c'est l'*alcool triœnanthylique*. Il est liquide, incolore, à peu près inodore, bout à 202°-206° sous 13^{mm} de pression et a pour densité à 15° 0,8447.

» En résumé, on voit qu'il s'est formé, dans l'action de l'alcool œnanthylique sur son dérivé sodé : de l'acide œnanthylique, de l'alcool diœnanthylique, de l'alcool triœnanthylique et l'acide correspondant.

» Les deux premiers composés ont pris naissance dans la réaction déjà formulée; quant à l'alcool triœnanthylique, il est dû vraisemblablement à l'action ultérieure de l'alcool diœnanthylique déjà formé sur le dérivé sodé de l'alcool œnanthylique encore présent dans le mélange

$$2C^{14}H^{30}O + C^7H^{15}NaO = C^{21}H^{44}O + C^{14}H^{27}NaO^2 + 4H.$$

» Ces réactions sont tout à fait analogues à celle observée déjà avec l'alcool amylique inactif (*loc. cit.*); celle, en particulier, qui donne naissance à l'alcool triœnanthylique montre que l'on peut sans doute généraliser, au moins pour les alcools supérieurs à l'alcool butylique, et dire qu'en chauffant un alcool primaire avec le dérivé sodé d'un autre alcool primaire, on obtient la réaction :

$$2C^mH^{2m+2}O + C^nH^{2n+1}NaO = C^{(m+n)}H^{2(m+n)+2}O + C^mH^{2m-1}NaO^2 + 4H.$$

» Je me propose d'en confirmer la généralité par de nouvelles recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénations directes réalisées en presence du nickel réduit : préparation de l'hexahydrobenzène.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« Dans des travaux antérieurs (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1358; 1897, et t. CXXVIII, p. 1173; 1899), nous avons indiqué que le nickel récemment réduit de son oxyde est capable de réaliser, dès la température ordinaire, la combinaison directe de l'hydrogène avec l'éthylène ou l'acétylène. La réaction conduit normalement à l'éthane, accompagné d'une proportion plus ou moins forte de carbures forméniques supérieurs.

» Depuis lors, dans des recherches nouvelles que nous poursuivons, nous avons reconnu que le nickel réduit est un agent très actif qui permet de réaliser facilement, à température peu élevée, soit des hydrogénations directes, soit des dédoublements moléculaires.

» Le métal intervient par une *action de présence*, de durée à peu près indéfinie, qui est due certainement à la formation de produits temporaires, tels qu'un hydrure instable, et il provoque de la sorte un grand nombre de réactions exothermiques qui ne peuvent être habituellement réalisées que par le secours de températures élevées, défavorables à la stabilité des produits, ou par des conditions expérimentales d'un usage laborieux.

» *Mode opératoire.* — Sur le nickel récemment réduit et disposé en couche mince dans le tube même de réduction, on dirige les vapeurs du corps à hydrogéner, entraînées par un excès d'hydrogène (1). Si le corps est un liquide assez volatil possédant à la température ordinaire une tension de vapeur notable, il suffit de faire barboter l'hydrogène dans un laveur rempli de ce liquide. Si ce dernier est peu volatil à froid, on le fait arriver continuellement dans l'intérieur du tube déjà chauffé, par un *tube capillaire* de longueur et de diamètre convenablement choisis.

» Le nickel étant maintenu à une température suffisante, l'hydrogénation est habituellement indiquée par une diminution plus ou moins grande de la vitesse de l'hydrogène qui sort du tube : les produits liquides qui en résultent sont aisément condensés dans un tube refroidi.

» Le métal conserve longtemps son activité; mais, avec divers composés organiques, il arrive que celle-ci va en s'affaiblissant quand, des réactions de dédoublement se

(1) Il faut éviter avec le plus grand soin toute introduction d'air.

superposant à l'hydrogénation, il se produit sur le nickel un dépôt notable de charbon.

» *Hydrogénation du benzène.* — Le procédé qui vient d'être décrit permet de réaliser aisément au-dessous de 300° l'hydrogénation directe du benzène et de ses homologues.

» Nous avons opéré sur du benzène cristallisable très pur, absolument privé de thiophène.

» Quand on dirige sur le nickel réduit l'hydrogène saturé à froid de vapeurs de benzène, la réaction se manifeste nettement dès 130° : à 180° elle est très rapide. Avec une traînée de métal occupant dans le tube une longueur d'environ 30^{cm} et une vitesse initiale de l'hydrogène d'environ 60^{cc} par minute, l'hydrogénation du benzène se produit totalement conformément à l'équation :

$$C^6H^6 + H^6 = C^6H^{12}.$$

» Le volume du gaz diminue notablement : par suite, le gaz qui sort est sursaturé de vapeurs, et les parois du tube abducteur, absolument sèches au début de l'expérience, ruissellent de liquide. En faisant arriver le gaz dans un tube refroidi à 0°, on condense la plus grande partie du composé, sous forme d'un liquide incolore qui est de l'*hexahydrobenzène* (cyclohexane, hexanaphtène) absolument pur. Il possède une odeur éthérée agréable, bout à 81°, et se congèle facilement en un solide hyalin qui fond à 4°,5.

» Cet hexahydrobenzène ne contient aucune proportion appréciable de benzène : car il ne fournit absolument aucune réaction au contact prolongé du mélange à volumes égaux d'acide sulfurique et d'acide nitrique fumant.

» Il ne renferme pas non plus de produits inférieurs d'hydrogénation (cyclohexènes, cyclohexadiènes), car l'addition d'acide sulfurique concentré ne développe aucune coloration.

» L'appareil, une fois installé, peut fonctionner presque sans surveillance pendant de longues heures : c'est donc une préparation commode et sûre de l'hexahydrobenzène.

» La réaction est la même lorsque, dans le mélange soumis à l'influence du métal vers 180°-200°, il y a un excès de benzène, ce qu'on peut réaliser facilement par l'emploi du dispositif à tube capillaire.

» Dans ce cas, le volume de l'hydrogène est fortement diminué par le fait de la combinaison; dans une de nos expériences, un courant de 45^{cc} par minute fut réduit à 4^{cc}. Le liquide condensé est alors un mélange d'hexahydrobenzène et de benzène, sans aucune trace de produits intermédiaires : le cyclohexane peut en être retiré par l'emploi du mélange d'acide nitrique et d'acide sulfurique, qui attaque seulement le benzène.

» En opérant, comme il a été dit plus haut, sur de l'hydrogène saturé, à froid, de benzène, la réaction est complète à 200°. Mais, si la température du métal surpasse 300°, on observe que le ruissellement cesse dans le tube, et l'on ne condense

plus rien dans le tube refroidi, bien que le volume du gaz qui sort de l'appareil soit encore devenu un peu plus faible.

» C'est que, comme nous l'avons vérifié par des expériences directes, l'hexahydrure de benzène, chauffé seul au contact du nickel au-dessus de 300°, se détruit avec dépôt de charbon, en dégageant un gaz qui a sensiblement la composition du formène [1]. On peut l'expliquer facilement en admettant que, sous l'action du nickel, l'hexahydrobenzène se dédouble d'abord en trois molécules d'éthylène :

$$C^6H^{12} = 3C^2H^4.$$

» Nous avons montré, en 1897, que l'éthylène en présence du nickel au-dessus de 300° se dédouble en charbon et carbures forméniques, la réaction finale dominante étant

$$3C^2H^4 = 3C + 3CH^4.$$

» En présence d'un excès d'hydrogène, l'hexahydrure formé par l'hydrogénation directe du benzène doit être de même détruit au-dessus de 300° en présence du nickel; mais l'éthylène formé est hydrogéné de suite, au lieu d'être détruit, et l'on obtiendrait de l'éthane pur si celui-ci n'était lui-même atteint par le métal à la température de la réaction, comme nous l'avons indiqué dans le Travail déjà cité. Si l'on négligeait ce dernier effet, la réaction de l'hydrogène sur le benzène en présence du nickel au-dessus de 300° serait

$$C^6H^6 + H^{12} = 3C^2H^6.$$

» Nous avons pu, comme pour le benzène, obtenir l'hydrogénation régulière du toluène, des xylènes, du cymène, etc., ainsi que de composés très différents, tels que le nitrobenzène, qui est facilement transformé en aniline. Nous nous proposons de faire connaître ces résultats dans une prochaine Communication. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le mécanisme des actions diastasiques.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Armand Gautier.

» Dans ma Note précédente, j'ai montré que la saponification des éthers par la lipase peut s'interpréter en supposant que celle-ci forme avec les acides une combinaison facilement dissociable, de façon que le ferment, sans cesse régénéré, disparaît dans le phénomène final dont il ne fait qu'augmenter la vitesse. J'apporte aujourd'hui de nouvelles preuves à l'appui de cette explication.

---

[1] Nous avons vérifié qu'à 300° et même 350° le benzène ne subit, en présence du nickel réduit, aucune destruction appréciable.

» On sait que la saponification des éthers par l'eau est limitée, comme elle l'est en présence de la lipase, et que la limite de la saponification est abaissée par la présence de l'un des produits du dédoublement. Or, j'ai montré autrefois que, tandis qu'un excès d'acide arrête complètement la fermentation lipasique, la glycérine est à peu près sans action sur la saponification par le ferment : ce qui est bien d'accord avec l'hypothèse que la lipase se combine avec l'acide et non avec la glycérine.

» Toute action limitée par les produits mêmes qui se forment peut se concevoir comme résultant de deux réactions : l'une directe, l'autre inverse, se contrebalançant partiellement. Ainsi, dans le cas présent, le fait que la lipase a son action décomposante arrêtée dès qu'une certaine quantité d'acide gras est mise en liberté fait supposer que, si l'on met la lipase en présence de glycérine et d'un excès d'acide, elle doit pouvoir les recombiner, de façon à réaliser toujours le même rapport entre les quantités d'acide et d'éther en présence.

» Voici comment j'ai conduit l'expérience. J'introduis 1^{cc} de sérum, préalablement neutralisé, dans un mélange de 10^{cc} d'eau et 10 gouttes (25 au centimètre cube) d'une solution renfermant :

Glycérine : 5^{gr}; Acide isobutyrique : 2^{gr}; Eau : 125^{gr}.

Je chauffe pendant un temps variable à 37° et je dose l'acidité (¹) : 1° dans le sérum S; 2° dans le mélange acide A sans sérum, maintenus l'un et l'autre à la même température; 3° dans le mélange d'acide et de sérum (A + S). La perte d'acidité de ce dernier ne peut provenir que de la combinaison de la glycérine et de l'acide. Voici les résultats :

	½ heure.	1 heure.	1½ heure.
S	2	5	5
A	47	46	48
A + S	34	30	24
Acidité disparue	15	21	29
Acidité disparue pour 100 primitive	30	44	54

» Ainsi, dans cette expérience, 54 pour 100 de l'acide butyrique introduit peut être combiné à la glycérine en présence de lipase dans des conditions de temps et de température où la combinaison directe serait à peu près nulle en l'absence de ce ferment.

» Je me suis en outre assuré par de nombreuses expériences que le sérum porté à

(¹) L'acidité, dans toutes ces expériences, est indiquée par le nombre de gouttes d'une solution de carbonate de soude à 5^{gr} par litre nécessaires pour amener la neutralité, la phtaléine servant d'indicateur.

l'ébullition, ou mis en présence de la même solution acide, mais sans glycérine, ne produisait aucune action.

» J'ai alors fait varier les quantités d'acide en laissant constants à la fin le temps (trente minutes) et les proportions de glycérine et de sérum :

Acidité totale.....	22	29	36	48	50	57	64	72	79	86	93
Acidité disparue...	8,4	11,6	11,8	15	11,2	14,4	12,6	15,8	6	5	4
Pour 100.........	40	39	32	34	22	25	20	22	8	6	4

» Ces nombres montrent que la lipase n'exerce son action synthétique qu'entre des limites bien déterminées; il est, d'autre part, remarquable de voir que la quantité pour 100 d'acide combiné dans un même temps diminue à mesure que la quantité d'acide augmente. Ces deux faits sont dus à l'influence fâcheuse qu'exerce l'acide libre sur le ferment, ainsi que je l'ai montré dans ma précédente Note.

» J'ai cherché à séparer le corps formé dans la réaction. J'ai pris 24 litres d'eau, additionnés de 12gr d'acide butyrique, 24gr de glycérine et 2 litres de sérum de cheval, et j'ai chauffé à 37°. Au bout de quatre heures, l'acidité était tombée à moitié. J'ai alors ajouté 6gr d'acide butyrique, de façon à maintenir l'acidité constante, puis, au bout de quelques heures, j'ai épuisé par de l'éther, et, après avoir lavé celui-ci avec de la potasse j'ai distillé. Le résidu m'a donné environ 3gr d'un liquide bouillant entre 170° et 200° et à peine acide, et un résidu non distillable, pesant environ le même poids. J'en ai eu trop peu pour pouvoir le fractionner, mais, et c'est le point important, j'ai pu constater que ces deux corps, dissous dans l'eau et traités en solution neutre par la lipase, se dédoublaient comme fait la butyrine. Donc le corps qui se forme par l'action de la lipase en solution acide, est détruit par elle en solution neutre. Je m'occupe actuellement d'en préparer une grande quantité pour pouvoir le fractionner et l'identifier.

» J'ai constaté que cette réversion de l'action de la lipase est générale et s'étend même aux acides minéraux.

	SO^4H^2.	AzO^3H.	HCl.	$C^2O^4H^2$.	CH^2O^2.	$C^2H^4O^2$.	$C^4H^8O^2$.
Acidité totale...............	85	70	67	60	67	72	60
Acidité disparue............	35	25	26	20	17	33	30
» pour 100....	41	36	38	33	26	46	50

» Si l'on rapproche ces nombres de ceux que j'ai donnés précédemment pour la décomposition des éthers, on remarquera que, pour les acides gras, la facilité de combinaison augmente avec le poids moléculaire, tandis que, pour les éthers, la facilité de décomposition par la lipase est d'ordre inverse.

» On voit donc que la théorie que j'ai proposée pour expliquer l'action

de la lipase sur les éthers permettait de prévoir la réversibilité du phénomène, ce que l'expérience a confirmé.

» Cette réversibilité n'est pas un fait isolé; Hill l'a déjà indiquée dans l'action de la maltase sur le glucose; on peut prévoir qu'elle deviendra un fait général pour tous les ferments dont l'action est entravée par les produits de la réaction.

» Cette réversibilité doit modifier nos idées sur le rôle des ferments internes dans l'organisme; ceux-ci n'auraient plus qu'une action régulatrice destinée à maintenir constante la proportion de certaines substances. Ainsi, au moment de la digestion, les acides gras arrivant en abondance dans le sang, la lipase les combine et les fixe à l'état de graisses. Pendant le jeûne, les acides gras diminuant dans le sang par suite de leur combustion, la même lipase reprend la graisse qu'elle avait déposée et la solubilise, en sorte que son rôle est de maintenir constante la proportion d'acides gras contenus dans le sang.

» Nous savons ainsi qu'un certain nombre de nos organes sont capables d'effectuer des actions inverses l'une de l'autre; il est vraisemblable qu'elles sont dues à un seul et même ferment. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur la fibrinolyse.* Note de M. L. **Camus**, présentée par M. Bouchard.

« Les conditions de la production de la fibrinolyse et la démonstration de l'existence même de la solubilisation de la fibrine ne sont pas, ce me semble, nettement établies. L'étude de ce mécanisme, que j'ai entreprise, se rattache, d'une part, à l'étude de la coagulation; d'autre part, elle touche à la question de l'histolyse.

» En me plaçant à ce dernier point de vue, j'ai abordé cette étude par la recherche d'un sérum fibrinolytique. La question si complexe de l'histolyse se poserait avec plus de simplicité, si l'on pouvait isoler une substance simple et définie du protoplasma, et si l'on pouvait préparer un sérum lysinant pour cette substance. La fibrine et le sérum fibrinolytique m'ont paru présenter des conditions analogues de simplicité. Dans le but d'obtenir un sérum fibrinolytique, j'ai injecté, à des animaux d'espèces différentes, de la fibrine préparée aussi pure que possible et de façon aseptique.

» J'ai employé la fibrine du sang de chien, obtenue en partant du plasma oxalaté. Les conditions dans lesquelles je me suis placé m'ont permis d'avoir la fibrine sous forme de très petits flocons, et j'ai pu ainsi la laver très complètement.

» Est-ce à dire que cette fibrine soit entièrement exempte des autres matières albuminoïdes du sérum? Théoriquement cela est impossible à réaliser, pratiquement elle n'en présente que des traces que je n'ai pu déceler. Cette fibrine, desséchée dans le vide à basse température, a été pulvérisée, relavée aseptiquement, puis redesséchée. C'est cette fibrine, finement pulvérisée et mise en suspension dans l'eau salée à 8 pour 1000, que j'ai injectée soit à des lapins, dans le sang, soit à des canards, dans la cavité péritonéale. Les lapins ont été injectés tous les deux jours; la dose totale de poudre injectée a varié de $0^{gr},20$ à $0^{gr},60$. Ces animaux n'ont jamais présenté de troubles particuliers, sauf quelquefois une dyspnée passagère, et la courbe de leur poids est restée normale.

» Le sérum des animaux immunisés a été essayé *in vitro*, soit sur le sang de chien en nature, soit sur ce sang fortement dilué, ce qui permettait d'avoir un très léger caillot en sac, soit enfin sur du plasma étendu d'eau salée et centrifugé. Dans aucun cas, je n'ai obtenu de solubilisation des caillots, soit en opérant à 37°, soit en opérant à la température du laboratoire. Si les caillots, une fois formés, ne sont pas modifiés par le sérum d'un animal immunisé, il n'en est pas de même de la formation des caillots quand l'addition de ce sérum précède la coagulation. Quand on ajoute, à du plasma étendu d'eau salée, des quantités croissantes de sérum d'animal immunisé, on voit apparaître un précipité de plus en plus abondant; pour une certaine valeur du précipité, la formation du caillot n'a plus lieu. Ces résultats m'ont amené à essayer l'action du sérum de l'animal immunisé sur la solution de fibrine et ici encore j'ai observé la formation d'un précipité. Il était donc inutile de poursuivre la recherche d'un sérum fibrinolytique par ce procédé, puisque la solution de fibrine est elle-même précipitée par le sérum de l'animal immunisé.

» Rapprochant les propriétés de ce sérum de celles du sérum d'un animal immunisé par des injections de sérum, j'ai reconnu que le sérum de l'animal immunisé avec la fibrine précipite le sérum de l'espèce animale qui a fourni la fibrine et qu'il précipite aussi les solutions de fibrin-ferment de la même espèce. Le sérum chauffé est précipité comme le sérum non chauffé; les solutions de fibrin-ferment, portées quinze minutes à 100°, sont également précipitées comme les solutions non chauffées. Le sérum d'immunisé est spécifique pour l'ensemble des matières albuminoïdes du plasma sanguin de l'espèce animale qui a fourni la fibrine.

» La chaleur, qui n'agit pas sur les substances précipitées, agit sur le sérum de l'animal immunisé et peut lui faire perdre son pouvoir précipitant. Un chauffage de dix minutes à 65° ne lui fait pas perdre sa propriété, mais un chauffage d'une heure à cette même température l'abolit à peu près complètement.

» Le sérum de l'animal immunisé précipite aux mêmes températures et en apparence dans la même proportion que le sérum d'un animal témoin.

» J'ai aussi immunisé des animaux par des injections de sérum, et j'ai constaté que le sérum de ces animaux immunisés précipite les solutions de fibrine de l'espèce animale qui a fourni le sérum injecté.

» Je crois important d'attirer l'attention sur la façon de faire la réaction, car on pourrait dans certaines conditions méconnaître complètement une réaction positive.

Il est toujours avantageux de mettre en contact une grande quantité de sérum de l'animal immunisé avec une petite quantité du liquide à étudier; j'emploie habituellement 1^{cc} de sérum d'animal immunisé pour $0^{cc},05$ de solution de fibrine ou de sérum normal. Avec le sérum normal la réaction est rapide et très apparente; avec la solution de fibrine elle est lente et très légère : il est, dans ce dernier cas, quelquefois indispensable d'observer minutieusement le fond du tube après vingt-quatre heures avant de se prononcer sur le résultat de la réaction.

» Si, au lieu d'opérer comme je viens de l'indiquer, on renverse les proportions, c'est-à-dire si l'on prend 1^{cc} de sérum de chien et $0^{cc},05$ de sérum d'immunisé, on n'observe pas le plus léger louche même après vingt-quatre heures. L'explication de ce résultat réside dans ce fait que le précipité est soluble dans un excès de sérum normal; si, en effet, après avoir obtenu un abondant précipité en ajoutant $0^{cc},05$ de sérum de chien à 1^{cc} de sérum de lapin immunisé puis centrifugé après dix minutes de contact, et si, après avoir décanté, on remplace le sérum de lapin par 1^{cc} de sérum normal de chien, on voit, après agitation, le liquide s'éclaircir peu à peu et redevenir presque complètement limpide.

» Nous voilà donc revenus sinon à la fibrinolyse, du moins à un phénomène analogue, à savoir : la solubilisation *in vitro*, par un sérum, d'une matière albuminoïde précipitée.

» En résumé : 1° On peut immuniser en injectant dans les vaisseaux des substances (¹) en suspension dans l'eau salée à 8 pour 1000.

» 2° Les injections de fibrine ne déterminent pas la production d'un sérum fibrinolytique.

» 3° Les globulines (²) du sang d'une même espèce animale ne semblent pas spécifiques au point de vue de l'immunisation. Le sérum de l'animal immunisé par des injections de fibrine précipite non seulement les solutions de fibrine, mais aussi le sérum et les solutions de fibrin-ferment de l'espèce animale qui a fourni la fibrine; réciproquement, un animal immunisé par des injections de sérum donne un sérum qui précipite le sérum avec lequel a été faite l'immunisation et aussi les solutions de fibrine correspondantes.

» 4° Enfin le sérum normal peut redissoudre le précipité provoqué par le sérum de l'animal immunisé.

» Au point de vue de la cytolyse, ces expériences, pas plus que celles

---

(¹) J'ai aussi injecté à des lapins de la poudre de caséum de vache et j'ai obtenu un sérum spécifique. Le sérum de ces lapins ne précipite ni le lait de femme, ni le lait de lapine, ni le lait de chienne.

(²) Je dis *globulines,* car je n'ai pas encore étudié l'action isolée de la sérine, et si l'on s'en rapporte aux expériences de Nolf ce sont les globulines seules qui seraient en cause dans ces expériences.

sur le sérum d'anguille, ne mettent en évidence un phénomèue de solubilisation *in vitro;* au contraire, nous obtenons ici un phénomène de précipitation, de coagulation analogue, pour une matière relativement simple, à ce que Metchnikoff a obtenu pour un élément cellulaire complexe, le spermatozoïde. On peut donc penser que, dans un certain nombre de cas au moins, la toxicité des sérums cytotoxiques est due, non à une action lysinante, mais à une réaction de précipitation ou coagulation amenant la mort de l'élément cellulaire ou du tissu. »

ZOOLOGIE. — *Sur les rapports des Grégarines et de l'épithélium intestinal.* Note de M. Michel Siedlecki, présentée par M. Alfred Giard.

« Dans un Travail précédent (*Bulletin intern. Ac. Sciences Cracovie*, déc. 1899), nous avons fait connaître le développement *sporogonique* d'une Grégarine (*Monocystis ascidiæ* R. Lank.) : accolement de deux individus adultes, enkystement, formation des sporoblastes; leur *conjugaison isogamique* aboutissant aux sporocystes; maturation de ces derniers. Nous voulons aujourd'hui résumer brièvement les faits que nous avons observés relativement aux rapports des Grégarines avec l'épithélium intestinal. La question est d'actualité puisque, tout récemment, Léger et Duboscq ont mis en doute, sinon l'existence de Grégarines à stades complètement intracellulaires, du moins la généralité d'un tel processus, et Laveran et Mesnil ont fait connaître le premier exemple précis d'une action hypertrophiante exercée par une Grégarine sur la cellule-hôte.

» La *Monocystis ascidiæ* Lank. passe *la plus grande partie de sa période de croissance tout entière dans une cellule de l'épithélium intestinal* d'un Tunicier, *Ciona intestinalis*. Dès les stades les plus jeunes, la Grégarine a les caractères de l'animal adulte que nous avons fait connaître dans notre Travail précité; elle croît donc en restant semblable à elle-même. Nous voulons surtout insister sur l'action qu'elle exerce sur la cellule-hôte.

» On constate d'abord un léger élargissement de la cellule et une hypertrophie très nette du noyau qui devient vacuolaire; presque toute sa chromatine se condense en un gros grain central. A mesure que la Grégarine grossit, l'hypertrophie de la cellule s'accentue; son protoplasme n'a plus la densité ni l'homogénéité de celui des cellules normales; il est parsemé de vacuoles claires. Le noyau est rejeté dans un coin de la cellule et il prend la forme d'un croissant en restant hypertrophié. Aux stades suivants, la cellule acquiert des dimensions considérables; sa largeur est dix à vingt fois celle d'une cellule normale; le noyau est maintenant en voie d'atrophie; on a un croissant

de plus en plus mince, très chromatique. Alors la Grégarine occupe la majeure partie de la cellule; son grand axe est dirigé dans le sens transversal de la cellule et elle se trouve située au voisinage de la membrane basilaire qui sépare l'épithélium intestinal du sinus sanguin environnant. A l'hypertrophie de la cellule succède donc l'atrophie. Plus tard, les cellules épithéliales voisines de celle contaminée viennent se rejoindre par leurs plateaux. Le parasite se trouve refoulé en arrière et, poussant devant lui la membrane basilaire, il vient se loger dans une poche limitée par cette membrane et qui fait hernie dans le système sanguin. Là, il continue à croître, et la plaie qu'il a occasionnée se referme d'elle-même. *Accidentellement*, la membrane basilaire peut se rompre et le parasite tombe dans le système circulatoire; nous en avons observé dans le cœur d'une jeune *Ciona* parfaitement transparente. *Normalement*, le parasite adulte se fraie un chemin entre les cellules intestinales et vient tomber dans la lumière de l'intestin. Là, *secondairement*, il se met en contact avec une cellule; grâce à son pseudopode antérieur, il s'accole, comme par une ventouse, au plateau de la cellule; il est alors complètement extracellulaire. A ce stade, il n'exerce aucune action hypertrophiante; nous avons simplement noté que la cellule-hôte paraissait plus mince, son protoplasme plus condensé.

» C'est seulement ce dernier stade, où le parasite est tout entier extracellulaire, que nous avons observé chez un *Pterocephalus* des Scolopendres d'Italie, voisin de l'espèce que Léger a récemment fait connaître sous le nom de *P. Giardi*. Son épimérite est composé de nombreux filaments renflés à la base, qui s'insinuent toujours *entre* les cellules épithéliales. Comme l'a fort bien fait remarquer Léger, le parasite paraît en relation avec l'épithélium par une quantité de radicelles; on se rend bien compte, sur les coupes tangentielles de l'épithélium intestinal, de la position intercellulaire de ces filaments. Ils paraissent formés de protoplasme très condensé et non de chitine, comme le pense Léger; le renflement basilaire est cannelé. Le *Pterocephalus*, ainsi attaché à l'épithélium intestinal, n'exerce pas d'action particulière sur les cellules; mais par l'ensemble de ses filaments il exerce une sorte de traction sur elles et fait converger les parties tournées vers la lumière de l'intestin.

» Comment agit le parasite sur la cellule-hôte? Nous ne pensons pas que l'hypertrophie de cette cellule soit due à une action mécanique du parasite, comme le pense Schaudinn; et nous en voyons la raison en ce que: 1° le noyau s'hypertrophie le premier; 2° dans le cas décrit par Laveran et Mesnil, il y a seulement une très faible portion de la Grégarine intracellulaire. L'action nous paraît plutôt d'ordre chimique; les produits d'excrétion du parasite passent dans la cellule-hôte et déterminent une irritation de cette cellule. Ni toutes les Coccidies, ni toutes les Grégarines n'exercent une action hypertrophiante. Cela tient, sans doute, à ce qu'un

second facteur entre en jeu, la sensibilité de la cellule parasitée aux produits irritants (venimeux, si l'on veut) excrétés par le parasite. Il n'y a action hypertrophiante que si ces produits sont capables de modifier les échanges normaux de la cellule.

» Quand l'action est faible, seule la cellule parasitée réagit; mais si elle est plus considérable, il peut y avoir réaction des cellules voisines et prolifération de l'épithélium, et cette prolifération peut être assez intense pour entraîner celle du tissu conjonctif environnant. On arrive alors à la production de tumeurs, telles que l'adénome du foie du Lapin. Nous avons donc un enchaînement de phénomènes tels que l'un d'eux est la cause immédiate du suivant. Et il peut arriver que, si l'on s'adresse à un stade assez avancé, les premiers chaînons semblent manquer; qu'on peut, par exemple, ne pas trouver le parasite dans la tumeur, et pourtant c'est lui qui a été la cause première, effacée maintenant, du phénomène que l'on a sous les yeux. »

ZOOLOGIE. — *Le parasitisme intracellulaire et la multiplication asexuée des Grégarines.* Note de MM. **Maurice Caullery** et **Félix Mesnil**, présentée par M. Alfred Giard.

« Les recherches de ces dernières années ont fixé d'une façon précise le cycle évolutif des Coccidies : multiplication asexuée intracellulaire (*schizogonie*, stades à *mérozoïtes*); croissance et différenciation des gamètes mâles et femelles; conjugaison *hétérogamique* conduisant à la formation de sporoblastes, puis de sporocystes à sporozoïtes (*sporogonie*). *Toute la période de croissance des éléments asexués et des gamètes est intracellulaire.* Il était indiqué de chercher les mêmes termes dans l'évolution des Grégarines. Siedlecki a montré récemment que *le processus sexué*, au cours de la sporogonie, *a lieu seulement au stade de sporoblastes* et qu'il y a *isogamie*. Quant à la schizogonie, nous en avons signalé le premier exemple (*Comptes rendus*, 17 janvier 1898) chez une Grégarine cœlomique d'une Annélide marine; elle est intracellulaire. Tout dernièrement (*Comptes rendus*, 27 octobre 1900), Léger a décrit une Grégarine à schizogonie extracellulaire. La question de la schizogonie se rattache à celle de l'existence et de la durée des stades complètement intra-cellulaires dans l'évolution des Grégarines. Nous les examinerons simultanément.

» En associant les faits publiés jusqu'à ce jour avec ceux que nous ont

fournis nos études sur les Grégarines des Annélides, nous croyons pouvoir établir les catégories suivantes :

» I. Certaines Grégarines n'ont aucun stade intracellulaire (Léger et Duboscq, *Comptes rendus*, 4 juin 1900). S'il s'agit d'une Grégarine cœlomique, le sporozoïte « traverse sans s'y arrêter » l'épithélium intestinal (*Diplocystis major* du *Gryllus domesticus*). Dans le cas d'une Grégarine intestinale (*Pyxinia Möbuszi* de la larve d'*Anthrenus museorum*), le sporozoïte se fixe à une cellule épithéliale seulement par une pointe qui, en grossissant, devient l'épimérite (seule portion comprise dans la cellule). Léger et Duboscq pensent « qu'un stade intracellulaire est plutôt excep- » tionnel chez les Grégarines ». C'est là, suivant nous, une conclusion trop étendue, et, en tout cas, inapplicable aux Grégarines des Annélides.

» II. D'autres Grégarines, sans avoir aucun stade *entièrement* intracellulaire, ont, au début de leur croissance, une grande partie de leur corps dans la cellule-hôte. C'est dans cette portion intérieure que se trouve d'abord le noyau; il passe ensuite dans la portion extracellulaire qui grossit de plus en plus et la partie intracellulaire devient l'épimérite. C'est le cas étudié par Bütschli chez *Clepsidrina blattarum*. Nous le retrouvons dans une Grégarine intestinale de *Scolelepis fuliginosa* (¹) Clpd. (Annélide de la famille des Spionidiens), appartenant au genre *Doliocystis* Léger : les stades jeunes n'ont que le tiers ou le quart de leur corps hors de la cellule-hôte.

» III. Chez un troisième groupe, pendant une période de croissance assez courte, le parasite est tout à fait intracellulaire, puis perce le plateau de la cellule-hôte, fait hernie, et ne reste plus attaché à elle que par son épimérite. C'est le cas décrit par Aimé Schneider dès 1882 et devenu classique. Nous l'avons retrouvé dans un *Selenidium* de *Cirratulus cirratus* (²), à épimérite gros et sphérique. Laveran et Mesnil (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 9 juin 1900) en ont fait connaître un nouvel exemple chez *Pyxinia Frenzeli*. En somme, ce type diffère peu du précédent, chez lequel il y a peut-être un stade complètement intracellulaire, mais très fugace et qui aurait échappé à l'observation.

» IV. Les Grégarines telles que la *Monocystis ascidiæ*, dont Siedlecki trace l'histoire intracellulaire dans la Note qui précède, se comportent différemment. Il y a chez elle une phase intracellulaire très longue, puis la Grégarine, tout entière et sans transition, quitte la cellule. C'est ce que nous montre aussi un *Selenidium* de *Scolelepis fuliginosa* qui croît presque jusqu'à l'état adulte dans les cellules épithéliales de l'intestin, où on le reconnaît facilement par la structure de son noyau, de son protoplasme et de ses myonèmes nombreux, puis tombe dans la lumière du tube

---

(¹) Cette Annélide nous a fourni diverses Grégarines dont il est question ici : 1° le *Doliocystis* du paragraphe II; 2° un *Selenidium* à myonèmes nombreux (16-30), à section elliptique (voir paragr. IV); 3° un *Selenidium* très aplati, avec un gros myonème s'arrêtant, chez les formes adultes, au milieu de la longueur, et donnant à la section transversale une forme légèrement en T (voir paragr. V).

(²) Caullery et Mesnil, in *Miscellanées biologiques*, dédiées au professeur Giard (*Trav. Lab. Wimereux*, t. VII; 1899).

digestif. Une espèce très voisine, le *Selenidium* de *Spio Martinensis*, se comporte de la même façon.

» V. Enfin, dans une dernière catégorie, les phénomènes précédents se compliquent de *schizogonie*. La Grégarine est d'abord intracellulaire et petite; son noyau se multiplie, elle se partage en un certain nombre de *mérozoïtes* qui sortent de la cellule hôte comme dans le § IV. C'est ce qui arrive dans *Gonospora longissima*, Grégarine cœlomique, ainsi que nous l'avons déjà décrit. Nous signalons aujourd'hui un nouvel exemple chez une Grégarine intestinale, un *Selenidium* aplati et à un seul gros myonème que nous rencontrons chez *Scolelepis fuliginosa*. Le parasite intracellulaire, d'abord en forme de croissant, prend peu à peu la forme sphérique; en même temps, son noyau se multiplie, la sphère se résout en un barillet schématique de 7^{μ} à 8^{μ} de hauteur et composé d'une douzaine d'éléments avec un petit reliquat polaire. Les mérozoïtes ainsi formés se séparent, tombent dans la lumière de l'intestin, s'accolent par leur pointe aux cellules intestinales et croissent en restant extracellulaires. Nous avons suivi cette évolution en détail et sans lacunes. Cette observation confirme l'existence de la schizogonie intracellulaire dans le groupe des Grégarines.

» Ce qui ressort le plus clairement de l'exposé précédent, c'est l'extrême variété des rapports entre les Grégarines et l'épithélium intestinal. On a tous les degrés depuis le développement entièrement extracellulaire (I) jusqu'à la croissance presque complètement intracellulaire (IV, *Monocystis ascidiæ*, etc.), avec schizogonie intracellulaire possible (V). Ces étapes conduisent aux Coccidies, où la croissance est tout entière intracellulaire et la schizogonie générale, mais où l'*hétérogamie* a remplacé l'*isogamie*.

» Notons que des espèces très voisines par leur habitus adulte peuvent différer notablement au point de vue de leurs rapports avec l'épithélium intestinal. Tels sont, par exemple, les *Selenidium* (Voir §§ III, IV, V); *Pyxinia Möbuszi* rentre dans la catégorie I (Léger et Duboscq), *P. Frenzeli* dans la troisième (Laveran et Mesnil).

» La schizogonie, quand elle existe, n'a pas davantage un siège fixe. Elle est intracellulaire (*Gonospora longissima*, etc., § V) ou extracellulaire (*Schizocystis gregarinoïdes*, *Ophyocystis* Léger).

» Comme certaines Coccidies et beaucoup d'autres Sporozoaires, les Grégarines sont capables de déterminer une hypertrophie de la cellule-hôte. Laveran et Mesnil en ont fait connaître un exemple (*Comptes rendus Société de Biologie*, 9 juin 1900). Siedlecki en signale un second. Le *Selenidium* à épimérite sphérique de *Cirratulus cirratus* dont il a été question plus haut, en fournit un troisième. Contrairement, en effet, à ce que nous avons cru, cet épimérite dont le diamètre atteint 50^{μ}, reste intracellulaire. La cellule qui l'héberge et qui a 5^{μ} à 6^{μ} de largeur à l'état normal se distend considérablement et prend la forme d'un cône dont le sommet est sur la membrane

basilaire de l'épithélium. Le protoplasme devient clair et vacuolaire; le noyau grossit, sa chromatine se condense presque entièrement en un gros grain central; il prend souvent la forme d'un croissant qui coiffe la Grégarine.

» Les autres Grégarines étudiées par nous ont une action moins nette et surtout moins constante.

» L'étude des rapports des Grégarines avec l'épithélium intestinal, très négligée depuis les travaux déjà anciens de Bütschli et de Aimé Schneider, mérite donc d'attirer l'attention. Elle constituera un chapitre très intéressant de parasitisme intracellulaire. »

TÉRATOLOGIE. — *De l'inversion du cœur chez un des sujets composants d'un monstre double autositaire vivant, de la famille des Pages.* Note de M. **Chapot-Prévost**, présentée par M. Lannelongue.

« Les sœurs Maria-Rosalina, nées au Brésil (Espirito-Santo) le 21 avril 1893, étaient réunies l'une à l'autre par la région antérieure de leurs corps, depuis la cinquième côte jusqu'à la cicatrice ombilicale. Elles constituaient donc un monstre double monomphalien autositaire, de la famille des Pages.

» Le 30 mai dernier, à Rio-de-Janeiro, nous avons séparé les deux sujets composants de ce monstre; l'une des fillettes (Maria) est morte d'une pleurésie le sixième jour après l'opération; l'autre (Rosalina) ayant survécu, nous l'avons amenée ici à Paris, nous l'avons fait radiographier et nous avons pu constater chez cette enfant une inversion du cœur que nous avions cru apercevoir à l'occasion de l'opération. La petite fille qui est morte avait le cœur normalement placé, comme on a pu le noter lors de l'autopsie.

» L'hétérotaxie cardiaque, chez un des sujets composants de ce monstre, est confirmative des idées de Dareste sur l'importance de ce phénomène en Tératologie. Elle vient à l'appui de la division de l'ancien type *Xiphopage*, d'Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, en deux genres : 1° les Thoracopages; 2° les Xiphopages vrais.

» La dextrocardie, désormais facile à démontrer chez Rosalina par la radiographie aussi bien que par la radioscopie, est suffisante pour lever tous les doutes qui auraient pu subsister sur la classification de ce

monstre qui doit être considéré, selon Dareste, comme un Thoracopage.

» Comme beaucoup de Thoracopages ont cependant les cœurs plus ou moins unis et plus ou moins normalement constitués, il y a intérêt à les diviser au point de vue anatomique, mais surtout au point de vue chirurgical en deux sous-genres : 1° les *Thoracopages* à cœurs libres ou Thoraco-xiphopages, parfaitement opérables comme le montre notre cas, et ceux à cœurs plus ou moins fusionnés et presque tous inopérables que l'on peut encore appeler *Thoracosternopages*.

» La survie de l'une des fillettes (l'inversée) vient confirmer l'idée émise devant cette Compagnie par M. Marcel Baudouin, en 1892, sur l'opérabilité de ces monstres.

L'intervention chirurgicale dans un cas semblable doit être aussi précoce que possible, pour éviter que la mort de l'un des sujets, ici bien plus intimement unis que chez les simples Xiphopages, la rende impossible ou tout au moins inutile pour le survivant.

» L'absence d'inversion du cœur chez les Xiphopages vrais de Dareste nous démontre que l'hétérotaxie cardiaque n'est pas la cause déterminante de la production de ce genre de monstruosités, mais plutôt la résultante de celles-ci dans certains cas.

» Quant à l'union des cœurs, le cas de Maria-Rosalina prouve qu'elle n'est pas une conséquence fatale de l'inversion de ce viscère chez l'un des sujets composants, puisque celle-ci peut exister sans que celle-là se produise.

» Dans la formation de ces monstres doubles, la position des deux lignes primitives par rapport l'une à l'autre à la surface de l'œuf peut produire quatre groupements différents : 1° *Xiphopagie vraie* de Dareste, c'est-à-dire absence d'inversion, quand l'écartement des deux lignes primitives permet l'évolution normale de l'anse cardiaque des deux sujets; 2° Si cet écartement diminue de façon à gêner à peine cette évolution d'un côté, il y a inversion, mais la soudure des deux cœurs peut ne pas se faire, c'est alors la *Thoracopagie inférieure* ou *Thoraco-xiphopagie* qui se produit, il y a quelquefois dans ces cas une communication des péricardes; 3° Quand il y a un rapprochement des lignes primitives, capable de gêner non seulement l'évolution normale des anses cardiaques, mais encore d'empêcher la formation régulière de leurs parois, il y a inversion et soudure des deux cœurs, mais les cavités de l'un peuvent ne pas communiquer avec celles de l'autre, c'est la *Thoracopagie supérieure* ou *Thoraco-sterno-*

pagie [1]; 4° Finalement, s'il y a un trop grand rapprochement des lignes primitives, il se fait une fusion plus ou moins complète des deux cœurs en un seul, d'où il résulte toujours une communication plus ou moins large des cavités de l'un avec celles de l'autre, le sang pouvant passer directement du cœur d'un sujet à celui de l'autre; on trouve très souvent dans ces cas un seul cœur pour les deux sujets, c'est la Sternopagie.

» Signalons encore la possibilité de l'indépendance des deux tubes digestifs dans les cas de Thoraco-xiphopagie, comme il arrivait pour Maria-Rosalina et même chez certains sternopages, comme nous en avons vu un à la clinique de M. le Dr Porak. »

M. Lannelongue ajoute :

« La Note de M. le Dr Chapot-Prévost éveille l'idée de la nécessité de recourir à la Radiographie pour établir, avant toute opération, qu'il existe bien deux cœurs distincts et séparés, la fusion constituant une contre-indication opératoire absolue.

» A l'occasion de cette monstruosité, je suis heureux de pouvoir dire à l'Académie qu'en 1888 je lui ai présenté un enfant nouveau-né atteint d'une variété d'anomalies qu'on croyait incompatibles avec la vie. Le sujet était atteint d'une ectocardie complète; le cœur était à nu au-devant du thorax, d'où il sortait à travers un anneau. On pouvait le prendre avec la main, constater son insensibilité; il a été l'objet de graphiques importants par MM. Marey et Richet. Je fus assez heureux alors pour pouvoir remettre cet organe en place et l'y maintenir par une autoplastie suivie d'un succès immédiat. J'ai revu l'enfant il y a quinze jours, elle va très bien. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la manne de l'Olivier*. Note de M. **Trabut**, présentée par M. Guignard.

« Dans la région de Bibans, au village de Mansourah, il existe un assez grand nombre d'oliviers laissant exsuder, en été, une très grande quantité de manne que les indigènes appellent le *miel de l'Olivier*, « *Assal zitoun* ».

---

[1] Tout récemment, M. le Professeur Barette vient de présenter un monstre de ce genre à l'Académie de Médecine.

» Cette manne paraît absolument identique à la manne du frêne.

» M. Battandier, qui a bien voulu en faire l'analyse, a trouvé sur des échantillons récoltés en décembre après des pluies fréquentes :

Mannite	52
Sucre réducteur évalué en glucose	7,8
Matières précipitables par l'alcool	9,3
Débris d'insectes, bûchettes, etc	12,2
Perte	5,2
Eau	13,5

» Les arbres d'où découle la manne sont évidemment malades. La région qui laisse exsuder ce produit est limitée sur le tronc ou sur les grosses branches, et le liber est complètement liquéfié par un agent de décomposition qui paraît être une bactérie. Il se forme ainsi de vastes chancres, montrant le bois à nu. Le bois noircit. Les plaies se réparent et le mal se porte sur une autre partie de l'arbre. Les arbres ainsi attaqués donnent des fruits, restent assez vigoureux; mais, quand on les coupe, on trouve un bois dense très veiné de noir et pouvant avantageusement être employé pour la confection de menus objets sculptés.

» Après une étude sommaire, il m'a paru que la manne de l'Olivier provenait de l'inoculation par des insectes, cigales probablement, d'une bactérie capable de vivre dans le cambium, de provoquer la désorganisation du liber et l'abondant exsudat sucré qui n'est pas différent de la manne du frêne, laquelle doit avoir une origine analogue. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la pression osmotique du milieu sur la forme et la structure des végétaux.* Note de M. J. **Beauverie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Un certain nombre d'expériences conduites dans le but de constater l'influence de la concentration du milieu sur la forme et la structure des Champignons inférieurs, tels que des Mucorinées, ou de formes conidiennes de Champignons supérieurs, telles que des *Aspergillus*, *Sterigmatocystis*, *Penicillium*, *Clonostachys*, etc., toutes formes faciles à cultiver, nous ont permis de constater que l'accroissement de la puissance osmotique du milieu : 1° amène la réduction en hauteur de l'appareil aérien du champignon et la dilatation latérale des cellules constituant cette partie de la plante;

2° provoque, par contre, la prédominance de la partie submergée de l'appareil végétatif sur la partie aérienne.

» Dans un certain nombre de cas, une forte concentration du milieu détermine même l'immersion complète de la plante qui poursuit son développement dans ces conditions nouvelles. Mais il se manifeste alors une profondé altération de la forme des appareils reproducteurs, qui demeurent le plus souvent stériles. De plus, dans tous les cas, la concentration favorise d'une façon remarquable le cloisonnement et entraîne, dans certains milieux, un gigantisme très net résultant du passage dans l'intérieur de la cellule de substances capables d'assurer un excès de force osmotique vis-à-vis de la solution ambiante.

» La constatation de cette influence, très curieuse, de la concentration sur la forme et la structure des Champignons, nous a conduit à rechercher l'effet que ce facteur pourrait avoir sur le développement des végétaux supérieurs, et nous avons institué dans ce but une série d'expériences dont nous donnons aujourd'hui les premiers résultats.

» Ces expériences ont porté sur quelques espèces communes des genres *Phaseolus*, *Pisum*, *Lupinus*, *Zea* et *Triticum*.

» Nous observions comparativement et simultanément des cultures de même âge, faites, les unes dans de l'eau ordinaire, les autres dans la solution de Knop pure et la solution de Knop additionnée de doses régulièrement croissantes de chlorure de sodium, jusqu'à ce que cette solution contienne une dose maxima de 1,50 pour 100 de sel. Cette dernière opération était précisément faite dans l'intention d'accroître la force osmotique de la solution nutritive, car, pour nous, le chlorure de sodium n'intervient dans la végétation qu'en augmentant la puissance osmotique du milieu, et rien ne nous fait supposer qu'il possède une action toxique spécifique. Son influence nuisible à certaines doses doit être attribuée à sa force plasmolysante. Cette action est d'autant plus marquée que ce sel a une valeur nutritive nulle ou insignifiante, et c'est même là la raison qui a motivé notre choix de cette substance comme agent de concentration.

» Nos cultures étaient faites dans une étuve marquant 26°-27° et abritées sous de grandes cloches où l'air se maintenait fort humide, conditions particulièrement favorables, puisqu'une haute température et la transpiration gênée (agissant concurremment avec la forte concentration de la solution) créent un milieu dont l'effet vient accroître celui de la force osmotique du liquide ambiant.

» Dans l'eau ordinaire, la plupart de nos sujets ont manifesté un hydrotropisme qui fut très net pour les *Phaseolus, Pisum* et *Lupinus,* moins net pour le *Zea,* nul pour le *Triticum.* Les racines des Légumineuses se courbaient à 90° au contact du liquide, continuant à croître et à se ramifier dans un plan supérieur à l'eau ou à peine immergé. Lorsque plusieurs de ces plantes sont côte à côte, elles enchevêtrent leurs

racines qui se maintiennent toujours dans la situation indiquée, et la culture en prend un aspect très particulier.

» L'eau constitue donc pour ces racines un milieu assez défavorable pour que le géotropisme soit contrebalancé et que les racines fuient ce milieu. Cela résulte de la grande différence de pression osmotique existant entre l'eau et les liquides cellulaires.

» Lorsque la concentration augmente faiblement, par exemple, si l'on expérimente avec une solution de Knop additionnée de son volume d'eau, les racines s'enfoncent déjà sensiblement dans le liquide. Cependant l'hydrotropisme négatif se manifeste encore, imprimant au système radical de curieuses déformations : l'extrémité de la racine principale et toutes les racines latérales (le fait est particulièrement marqué chez le Haricot et le Pois) se dirigent vers le haut, tout en se recourbant en spirale ou en crosse. Ce fait est encore sensible avec la solution pure de Knop.

» Dans des solutions fortement concentrées obtenues en additionnant une même solution de Knop, de deux jours en deux jours, de 0,25 pour 100 de chlorure de sodium, jusqu'à ce que la liqueur titre 1,25 et 1,50 pour 100 de ce sel, nous constations la disparition de ces phénomènes et les racines s'enfonçaient directement et profondément dans le liquide en y donnant une ramification régulière.

» En somme, plus la concentration augmente, plus les racines des plantes mises en expériences (sauf le Blé cependant) s'enfoncent profondément dans la solution. La partie aérienne se modifie de son côté, mais en sens inverse. Elle se réduit beaucoup en hauteur, les axes hypocotylés se renflent considérablement et la plante reste courte et trapue. Il n'y a pas seulement retard dans la croissance, comme le fait a été maintes fois constaté, mais modification de la taille ainsi que de la forme.

» La végétation n'est point empêchée par le fait d'une forte concentration (en deçà d'une certaine limite), mais elle se fait d'une façon spéciale.

» Les modifications extérieures que nous venons de signaler s'accompagnent de variations dans la structure histologique et anatomique. Les cellules, en réagissant contre le milieu pour assurer l'excès osmotique nécessaire au maintien de leur intégrité, absorbent plus particulièrement certains éléments capables de retenir l'eau dans leur intérieur, d'où résulte une modification dans la nutrition de la plante entraînant des changements de forme et de structure; puis, si la pression osmotique s'accroît encore, la plante cherche à se défendre et à se protéger; d'où un agencement spécial des tissus.

» Nous signalerons seulement aujourd'hui les particularités observées chez les racines de *Phaseolus*. Dans la solution très concentrée dont nous avons parlé, ces racines ne possèdent plus de moelle; la différenciation du tissu ligneux se fait jusqu'au centre. Il se produit en outre, de très bonne heure, un abondant suber péricyclique dont le rôle protecteur vis-à-vis du

cylindre central est évident. Dans une racine de même âge obligée à pousser dans l'eau, on constate, au contraire, l'existence d'une moelle volumineuse, et il ne se développe point de suber hâtif. Nous reviendrons bientôt sur ce sujet, pour décrire des adaptations, également très nettes, observées chez d'autres plantes. »

GÉOLOGIE. — *Sur la presence du genre* Caprina *dans l'Urgonien.* Note de M. V. **Paquier**, présentée par M. de Lapparent.

« J'ai précédemment fait connaître ([1]) les principaux types urgoniens, précurseurs des Caprines, des Caprinules et des Caprotines. En continuant mes recherches sur cette faune, il m'a été possible d'établir d'une façon indubitable la présence du genre *Caprina* dans l'Urgonien supérieur (Aptien inférieur) du Rimet (Isère), localité dans laquelle s'observe de bas en haut la succession suivante :

» Calcaires urgoniens supérieurs à *Toucasia carinata;* l'un des derniers bancs, très fossilifère, renferme de nombreuses *Caprina,* associées aux formes voisines, dépourvues de canaux dans la région antérieure de la valve supérieure et fréquentes à ce niveau à Châteauneuf-du-Rhône. Vient ensuite l'assise jaunâtre grumeleuse à *Matheronia Virginiæ,* assez mince et qui passe aux marnes à Orbitolines (zone supérieure) à faune de Céphalopodes intermédiaire entre les deux zones de l'Aptien, (*Acanthoceras Stobiescki, Macroscaphites striatisulcatus*). L'âge aptien de la couche sous-jacente, à *Caprina,* n'est donc pas douteux.

» Ces Caprines sont des formes de petite taille; leur valve supérieure se montre uniformément pourvue de canaux séparés par des lames radiantes, généralement simples; néanmoins, de loin en loin, il s'observe, sur certains individus, des cas de bifurcation fréquents.

» Des canaux plus larges et de section polygonale se montrent dans le voisinage de l'impression musculaire antérieure. La fosse cardinale et la cavité qui l'accompagne à l'avant ne sont pas séparées par une cloison, comme chez *Caprina adversa;* c'est là un caractère primitif qui se retrouve chez *C. Choffati* Douvillé, de l'Albien, avec la rareté relative des lames bifurquées, tandis que, chez *C. adversa*, cette subdivision des lames radiantes est la règle. La valve inférieure ne présente de canaux que dans le voisinage de la lame myophore postérieure, où ils sont circulaires et de

([1]) *Comptes rendus,* 26 mai et 15 juin 1896.

petite taille; l'aspect général est tout à fait celui d'une valve homologue de Caprine.

» Ainsi le genre *Caprina*, qui jusqu'ici n'était pas signalé avant l'Albien supérieur, *existait déjà à la fin de l'Aptien inférieur*.

» En 1896, j'avais signalé (*loc. cit.*) dans l'Urgonien la présence de Caprotinés primitifs ayant de manifestes analogies avec les *Sellœa* de Sicile et en représentant vraisemblablement un type archaïque.

» Pictet en avait fait connaître une espèce, sous le nom de *Sphœrulites paradoxa* ([1]), qui est devenue pour moi le type du nouveau genre *Pachytraga* ([2]).

» A l'aide de matériaux plus nombreux et mieux conservés, je puis maintenant confirmer mon hypothèse et formuler quelques données sur l'évolution des Caprotinés.

» La principale différence entre la valve inférieure des *Sellœa* et des *Pachytraga* résulte dans la présence, chez les premières, de canaux accompagnant à l'extérieur l'impression myophore antérieure.

» Or, parmi les deux espèces de *Pachytraga* urgoniennes on remarque sur certains individus seulement, et *à titre de variation individuelle* sans retentissement sur les autres caractères, un groupe de canaux correspondant tout à fait, comme forme et comme situation, à ceux des *Sellœa*, sauf de moindres proportions.

» La valve supérieure de *Pachytraga* et celle de *Sellœa* diffèrent surtout par l'absence, chez la première, de la cavité accessoire accompagnant la crête myophore postérieure, caractère archaïque assez remarquable; mais, comme ménageant la transition entre ces deux types, on observe le rudiment très reconnaissable de cette même cavité chez quelques *Pachytraga* âgées.

» La filiation des *Sellœa* paraît donc assez clairement établie.

» Bien que déjà fréquentes dans le Barrémien supérieur, les *Pachytraga* persistent jusque dans le Cénomanien en n'éprouvant que de très légères modifications, ainsi qu'en font foi des échantillons de l'ouest de la France qui m'ont été fort obligeamment communiqués par M. Douvillé. Dès lors, la forme souche des Caprotines paraît avoir été le genre *Pachytraga*, donnant ensuite naissance, durant l'Aptien, à l'important rameau des *Sellœa* qui ont pullulé dans le Cénomanien de Sicile. Le genre *Ethra*, dont la

---

([1]) *Mat. pour la Paléontologie suisse*, 5e Partie, pl. CL.

([2]) *Rech. géol. dans le Diois et les Baronnies orientales*, p. 199.

valve supérieure rappelle tout à fait celle des *Pachytraga*, avait dû se détacher plus tôt, mais sa fortune a été à tous les points de vue plus modeste, puisqu'il n'a donné que quelques formes de petite taille localisées dans certains gisements du sud-est de la France. Avec le Cénomanien, les Caprotines proprement dites prennent une extension considérable, et à côté d'elles se retrouve, presque sans avoir évolué, le genre *Pachytraga*, qui offre ainsi un exemple du fait, déjà connu d'ailleurs, de la persistance des formes primitives au milieu de types plus récents. »

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur les chaleurs spécifiques de la soie, de la laine et du coton*. Note de M. **Testenoire.**

« Le *Compte rendu* de la séance du 12 février 1900 contient une Communication de M. *G. Fleury*, sur les chaleurs spécifiques des principales matières employées pour les vêtements de l'homme : cellulose, laine, cuir. Or, dès le commencement de l'année 1899, le laboratoire d'études de la soie, de la Condition des soies de Lyon, publiait, dans le *Compte rendu* de ses travaux pendant les années 1897 et 1898, une étude faite en avril 1898 sur la même question : « Chaleurs spécifiques de la soie, de la laine et du coton ». Les résultats publiés par M. Fleury, qui ont d'ailleurs été obtenus d'après les mêmes méthodes expérimentales, sont identiques à ceux qui avaient été indiqués, un an auparavant, dans la publication du Laboratoire d'études de la soie de Lyon. »

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 janvier 1901.

(*Suite*.)

Royal meteorological Institute of the Netherlands. Comparison of the instruments for absolute magnetic measurements at different observatories, by Dr Van Rijckevorsel. Amsterdam, H.-G. Bom, 1900; 1 fasc. in-4°.

1901, *Atmospheric tendencies mean velocity and probable weather*, by D. Dewar. Glascow; 1 fasc. in-12.

Le Maïs et où il se cultive. Chicago, Ill., 1900; 1 fasc. in-12. (Expédié par le département de trafic de la Chicago and North-Western Railway.)

R. Università Romana. Scuola d'applicazione per gl' ingeneri. Annuario per l'anno scolastico 1900-1901. Rome, 1900; 1 fasc. in-18.

Fifty-fifth annual Report of the director of the Astronomical Observatory of Harvard College, for the year ending september 30, 1900, by EDWARD-C. PICKERING. Cambridge, Mass., 1900; 1 fasc. in-8°.

Annual Report of the assistant in charge of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard College, to the President and Fellows of Harvard College, for 1899-1900. Cambridge, U. S. A., 1901; 1 fasc. in-8°.

Report of the Secretary of Agriculture, 1900. Washington, 1900; 1 fasc. in-8°.

Resultados del Observatorio nacional Argentino Zonas de exploracion, brillantez y posicion de todas las estrellas fijas hasta la decima magnitud comprendidas en la faja del cielo entre 42 *y* 52 *grados de declinacion sud.* JUAN-M. THOME, Director; vol. XVIII. *Catalogo de las Zonas de exploracion,* Entrega III, 43° *a* 52°. Buenos-Ayres, 1900; 1 vol. in-4°. *(A suivre.)*

ERRATA.

(Séance du 7 janvier 1901.)

Note de MM. *Matignon* et *Delépine,* Composition de l'hydrure et de l'azoture de thorium :

Page 37, ligne 33, *au lieu de* Pour 100, *lisez* Eau pour 100.

(Séance du 21 janvier 1901.)

Note de M. *Hanriot,* Sur le mécanisme des actions diastasiques :

Page 147, ligne 7 en remontant, *au lieu de* acide nitrique maintenu à 17°, *lisez* acide acétique maintenu à 37°.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Marche.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Co. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liége	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 15 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 15 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 15 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er janvier 1881 à 31 décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 15 fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861 .... 15 fr.

A la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 4.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 28 janvier 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1901

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 5 (4 Février 1901).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leur Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 FÉVRIER 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur M. J. Agardh; par M. **Bornet**.

« La Section de Botanique, instruite trop tard de la mort de son éminent Correspondant M. J. Agardh, demande à l'Académie la permission d'ajouter aujourd'hui quelques mots à l'annonce que M. le Secrétaire perpétuel a faite lundi dernier.

» Dans la même semaine, la Section de Botanique a perdu son doyen, M. Chatin, et l'un de ses Correspondants, M. Jacob-Georg Agardh. Nés l'un et l'autre à la fin de l'année 1813, ils se sont éteints doucement, à quatre jours d'intervalle, après avoir dépassé l'âge de quatre-vingt-sept ans. Tous deux ont conservé, presque jusqu'au dernier jour, leur puissance de travail. Il y a moins de deux années, en 1899, M. J. Agardh publiait le cinquième Supplément à ses *Analecta algologica*, qui forme un fascicule de 160 pages in-4°.

» Fils de Karl-Adolf Agardh, qui fut un des promoteurs de l'étude des Algues pendant le premier tiers du siècle dernier, M. J.-G. Agardh suivit la tradition paternelle. Il fut, comme son père, professeur à l'Université de Lund et, pendant soixante-cinq ans, n'a cessé de consacrer aux Algues la plus grande part de son activité scientifique.

» Ses livres sont la base solide de la connaissance que nous possédons sur la structure, la description et la classification des Algues marines. Les Floridées surtout ont été l'objet de sa prédilection. Il en a décrit un nombre considérable d'espèces nouvelles et les a rangées méthodiquement d'après les caractères fournis par la disposition des spores dans le fruit complètement développé. Cette classification fut suivie par tous les algologues jusqu'à l'époque récente où Fr. Schmitz prit pour point de départ d'une nouvelle distribution la structure et le développement de l'appareil femelle. Mais telle était la justesse avec laquelle M. J. Agardh appréciait les affinités réelles des plantes, malgré des apparences décevantes et le manque fréquent de matériaux complets, que presque tous les groupes établis dans le *Species, Genera et Ordines Algarum* et dans l'*Epicrisis* ont passé dans la nouvelle classification sans que leurs limites aient été beaucoup modifiées. L'ordre seul en a été changé.

» En raison de la connaissance si étendue qu'il avait des Algues, M. J. Agardh jouissait d'une autorité sans rivale. C'était à lui que les botanistes recouraient en dernier ressort lorsqu'il s'agissait de déterminations incertaines. Aussi les plantes affluaient-elles chez lui de toutes les parties du monde. Ses collections, qui, avec celles de son père, représentent les apports d'un siècle tout entier, sont les plus riches qui existent. Ce sont aussi les plus précieuses, puisqu'elles renferment les types originaux des nombreuses espèces décrites par les deux Agardh. Nous en avons apprécié l'importance lorsque M. Flahault, M. Gomont et moi avons entrepris de mettre en ordre le chaos des Algues du groupe des Nostocacées filamenteuses. M. J. Agardh mit spontanément à notre disposition une longue série d'échantillons authentiques qui nous ont été extrêmement utiles et que nous n'aurions pu trouver ailleurs. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les origines de la combinaison chimique : États allotropiques de l'argent;* par M. Berthelot.

« L'allotropie, c'est-à-dire l'isomérie des corps simples, offre un intérêt particulier en Chimie, car elle joue un rôle essentiel dans une multitude

de circonstances, en raison des relations qu'elle présente avec les phénomènes de combinaison et de décomposition : soit pour les déterminer, soit pour en régler les limites. J'ai déjà eu occasion d'examiner à ce point de vue les états multiples du carbone, du soufre, du sélénium, du tellure, du platine, de l'arsenic, de mesurer la chaleur de transformation d'un état en un autre, pour un même élément, et de montrer comment cette quantité de chaleur intervient, notamment pour changer une combinaison endothermique en une combinaison exothermique, ou bien, plus simplement, pour faire varier la grandeur de la chaleur de la combinaison sans en modifier le signe; toutes conditions fondamentales dans l'étude des combinaisons directes, des substitutions, des doubles décompositions, de l'électrolyse et des équilibres chimiques.

» Mes dernières recherches sur les débuts de la combinaison entre l'argent et l'oxygène (¹) m'ont conduit à soumettre à une investigation spéciale les états allotropiques de l'argent.

I. — Méthode employée.

» La méthode que j'ai employée consiste à mesurer la chaleur mise en jeu lorsque l'on dissout le métal, pris sous ses différents états, dans un poids toujours identique de mercure, employé comme liquide calorimétrique, à la température ordinaire : la différence entre les quantités de chaleur ainsi observées est égale à la chaleur de transformation des états expérimentés. Cette méthode est simple et rapide, et elle aboutit immédiatement à un état final identique des systèmes que l'on veut comparer.

» Observons que, d'après les faits connus, il serait extrêmement difficile de réaliser directement, entre l'argent et les éléments simples, tels que l'oxygène, le soufre, le chlore, etc., des combinaisons définies, accomplies à froid, dans des conditions calorimétriques rigoureuses.

» Tout au plus pourrait-on réussir à obtenir, dans de telles conditions, certains composés complexes de l'argent : par exemple, en dissolvant ce métal dans l'acide azotique, ou bien dans le bromure de potassium bromuré, ou bien en le changeant en un iodure, que l'on dissoudrait ensuite dans le cyanure de potassium, tous artifices employés dans des cas analogues; sauf à déterminer séparément les données auxiliaires, nécessaires pour établir des cycles convenables de métamorphoses. La chaleur de

(¹) Ce Recueil, t. CXXXI, p. 1159; 24 décembre 1900.

transformation allotropique du corps étudié n'intervient alors que comme une inconnue, calculable à l'aide de données multiples et dont la grandeur est beaucoup plus considérable.

» La méthode que j'emploie est plus sûre. C'est d'ailleurs une méthode applicable non seulement à l'argent, mais aux nombreux métaux susceptibles de se dissoudre dans le mercure, tels que l'or, le cuivre, le plomb, l'étain, le bismuth, le zinc, etc., et à l'étude de leurs états allotropiques. La même méthode convient aussi pour l'étude des alliages de ces différents métaux et pour la mesure de la chaleur dégagée dans leur formation.

» Les seules conditions essentielles sont d'employer un métal (ou un alliage) suffisamment divisé pour pouvoir être dissous rapidement au sein du mercure, et d'opérer sur des poids de mercure convenables, afin de réaliser l'identité des états initial et final des systèmes ; il convient surtout de placer dans le calorimètre un poids de mercure assez grand pour que la dissolution du métal solide soit prompte et complète. Le mercure est contenu dans un calorimètre de verre : on l'agite vivement en tous sens, en employant le thermomètre même comme agitateur.

II. — États allotropiques de l'argent.

» Les états de l'argent sur lesquels ont porté mes expériences sont les suivants :

» 1° Argent battu, en feuilles minces;

» 2° Argent produit par la transformation du métal précédent, maintenu dans un courant d'oxygène, pendant vingt heures, vers 500° à 550°;

» 3° Argent cristallisé, en aiguilles, préparé par l'électrolyse lente de l'azotate d'argent dissous dans 10 parties d'eau;

» 4° Argent précipité par une lame de cuivre, au moyen de l'azotate d'argent en dissolution étendue; puis lavé et séché, d'une part à la température ordinaire, d'autre part à 120°;

» 5° Argent précédent, chauffé vers le rouge sombre.

» Voici les conditions des mesures calorimétriques : Le poids du mercure employé comme dissolvant dans tous les essais a varié seulement entre $1^{kg},3125$ et $1^{kg},3135$: il occupait un volume un peu inférieur à 100^{cc}. Ce métal était pur.

» La température initiale a été comprise entre 9° et 14°; ses variations, par l'effet de la réaction, ont atteint 0°,75. Les expériences ont duré de dix à quinze minutes au plus. Chaque mesure a été répétée au

moins deux fois, chaque fois sur 2^{gr} d'argent. Dans tous les cas j'ai observé un dégagement de chaleur.

» En somme, l'état final est identique dans toutes les expériences.

» 1° Argent battu, en feuilles minces. Pureté vérifiée. Pour Ag = 108^{gr}, j'ai trouvé : $+ 2^{Cal},03$.

» 2° Argent produit par la transformation et désagrégation du précédent dans l'oxygène vers 550°. On en a séparé minutieusement à la pince les fragments de feuilles non altérées. La transformation était d'ailleurs presque complète. Pour Ag = 108^{gr} : $+ 0^{Cal},47$.

» 3° Argent cristallisé en belles aiguilles brillantes, et séparé par électrolyse. Pour Ag = 108^{gr} : $+ 0^{Cal},10$.

» 4° Argent précipité de l'azotate par une lame de cuivre, lavé, séché à la température ordinaire, dans le vide, sur l'acide sulfurique. Pour Ag = 108^{gr} : $+ 1^{Cal},19$.

» 4° *bis*. Métal d'une autre préparation, lavé, séché à une température plus élevée, à 120°. Pour Ag = 108^{gr} : $+ 0^{Cal},76$.

» Cet argent présente une teinte grisâtre. Lorsqu'on le chauffe au rouge sombre, il devient blanc et brillant, en ne perdant d'ailleurs que des traces de matière. En effet, $1^{gr},3222$ précipité gris, séché à froid dans le vide avant la pesée, puis chauffé au rouge sombre, ont perdu seulement un milligramme.

» De même, $2^{gr},3185$ d'argent précipité gris, desséché à 120°, avant la pesée, puis chauffé, ont fourni $2^{gr},3181$ d'argent pur, brillant, exempt de toute trace d'un autre métal. Ces résultats prouvent la pureté à peu près absolue de l'argent précipité [1].

» 5° Argent transformé durant l'opération précédente. Pour Ag = 108^{gr} j'ai trouvé : $+ 0^{Cal},08$.

» Tels sont les faits observés. Ils établissent d'abord l'existence de plusieurs états allotropiques de l'argent, quatre au moins. Les états n° 3 et 5 (argent cristallisé, argent précipité par le cuivre puis chauffé au rouge sombre) paraissent identiques; ou, plus exactement, ils sont transformables l'un dans l'autre sans effet thermique bien appréciable.

» Trois des états examinés, les nos 1, 2, 5 (argent ordinaire obtenu par fusion, argent désagrégé dans l'oxygène, argent précipité par le cuivre,

(1) La perte très légère que produit la chaleur rouge paraît attribuable à une trace d'oxygène, dont la présence ternit l'éclat de la surface du métal.

puis chauffé), représentent des états stables à la température du rouge sombre. Cependant ils ne sont pas identiques. En effet :

» (I) L'argent fondu et solidifié, c'est-à-dire l'argent ordinaire, battu, d'apparence amorphe, n'est identique ni à l'argent cristallisé, ni à l'argent sortant de ses combinaisons.

» (II) L'état de ce dernier varie suivant le procédé employé pour le mettre en liberté.

» Entre l'argent cristallisé séparable par électrolyse lente ($+0^{Cal},10$), l'argent précipité à froid par le cuivre ($+1^{Cal},11$), l'argent séparé par dissociation lente de sa combinaison oxygénée vers 550° ($+0^{Cal},47$), il existe des différences notables d'état moléculaire. Ces différences sont plus considérables encore pour l'argent usuel, battu, de structure amorphe ($+2^{Cal},03$).

» L'écart entre les deux échantillons d'argent précipité par le cuivre, selon que cet argent a été séché à froid ($+1^{Cal},11$), ou à 120° ($+0^{Cal},76$), semble accuser un commencement de transformation de ce métal à 120°; sans doute la même qui devient complète à 550°.

» La différence la plus grande est celle qui distingue l'état amorphe et l'état cristallisé de l'argent : ce qui est conforme à mes expériences [1] sur la formation des précipités qui passent d'un état à l'autre. Cette différence traduit le travail accompli sur l'état amorphe, par exemple sur le carbone amorphe comparé au graphite et au diamant, etc., travail réalisé dans l'arrangement intérieur des particules d'un corps qui cristallise.

» Au point de vue purement chimique, je relèverai l'inégalité d'énergie qui se manifeste ici entre les différents états d'un même corps, simple ou composé, au moment où il sort de différentes combinaisons, diversité que j'ai mise en évidence et mesurée pour le soufre, le sélénium, le tellure; pour le carbone (carbone amorphe dérivé des combinaisons hydrogénées, et graphite dérivé des combinaisons avec le soufre, les éléments halogènes, etc.); pour l'oxygène (mesure de l'énergie spéciale de l'ozone); pour les oxydes métalliques précipités et pour l'iodure d'argent, depuis les premiers instants de leur séparation par double décomposition, etc.

» Ainsi un élément, ou un corps composé, qui est entré en combinaison sous un certain état, en sort fréquemment sous un état différent et doué d'une énergie spéciale.

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 53; t. II, p. 183, 185.

» De telles inégalités d'énergie étant ainsi établies par l'expérience, même pour les métaux, il est clair que l'on ne saurait appliquer avec certitude et d'une façon immédiate aux métaux ordinaires, ni plus généralement aux éléments, dans la discussion de leurs réactions, les valeurs thermochimiques obtenues en partant d'états différents : par exemple en partant de leur état actuel et commun, lorsque la détermination a lieu par voie de synthèse; ou bien en aboutissant à l'état que les métaux affectent au moment où ils sortent de combinaisons, lorsque cette détermination a lieu par analyse.

» Certains de ces effets ont été expliqués par les mots confus et mal définis « *état naissant* », lesquels ont été appliqués à la fois à des phénomènes relatifs à un élément réel, mais de signification diverse, quoique confondus sous une même désignation; et à des phénomènes tout différents, dans lesquels intervient non plus l'élément prétendu naissant, mais en réalité l'*énergie des éléments étrangers et des réactions concomitantes :* par exemple dans les réductions attribuées à ce que l'on a appelé l'*hydrogène naissant*, tandis qu'elles sont opérées en vertu de l'énergie propre des métaux et autres corps oxydables mis en expérience. Mais ce n'est pas ici le lieu de nous étendre sur cette question.

» Pour le cas de l'argent, que j'étudie en ce moment, la différence thermochimique des états de cet élément, concourant à une même réaction, peut s'élever pour un atome d'argent à 2^{Cal}, comme il vient d'être dit, ce qui fait pour la formation de l'oxyde avec deux atomes d'argent

$Ag^2 + O = Ag^2O$ .... un écart de $+ 4^{Cal}$

et pour le sous-oxyde

$Ag^4 + O = Ag^4O$ .... un écart de $+ 8^{Cal}$

» Observons dès lors que les états de l'argent que j'ai étudiés, sauf un, ne répondent pas au chiffre $+ 7^{Cal},0$ pour la chaleur de formation de l'oxyde Ag^2O, chiffre qui figure dans les Traités de Thermochimie.

» En effet, ce dernier chiffre serait inexact pour l'état actuel de l'argent ordinaire, attendu qu'il a été obtenu en précipitant l'argent de son azotate par le cuivre métallique. Or, l'argent ordinaire dégageant $+ 1^{Cal}$ de plus par atome, la formation de l'oxyde Ag^2O avec cet état du métal dégagerait en tout $+9^{Cal}$.

» Au contraire, avec l'argent cristallisé, on aurait en moins 1^{Cal} par

atome, ce qui fait pour Ag^2O : $+5^{Cal}$. C'est cette dernière valeur qui répond à la formation électrolytique de l'argent cristallisé en aiguilles.

» Aucun de ces nombres enfin, pour revenir au point de départ de mes expériences, n'est applicable à l'étude de la dissociation des oxydes d'argent par la chaleur. En premier lieu, le chiffre qui répond à l'argent ainsi mis à nu à 550° par désagrégation, s'il était évalué vers 0°, serait inférieur de $0^{Cal},72$ au chiffre qui répond à l'argent précipité par le cuivre ; ce qui réduirait la chaleur de formation de l'oxyde Ag^2O, pour cet argent désagrégé, à $+5^{Cal},5$.

» Mais ce nombre se rapporte à la température ordinaire. Si on voulait le faire intervenir dans un calcul de dissociation, il faudrait le rapporter à la température de cette dernière. Il suffit, pour cela, de calculer la variation de la chaleur de combinaison correspondant à la différence des températures, d'après l'inégalité entre la somme des chaleurs spécifiques des éléments et la chaleur spécifique du composé. Cette dernière n'a pas été mesurée ; mais, d'après les relations connues (¹), elle peut être évaluée à une valeur qui surpasse de $4-3,4=0,6$ unité celle des éléments. Pour un intervalle de 200°, qui répond aux débuts de la dissociation, cela fait $0^{Cal},12$ à retrancher de la chaleur de combinaison calculée vers zéro.

Pour un intervalle de 550°, on aura.............	$-0^{Cal},33$
Ce qui réduira Ag^2O à..........................	$+5^{Cal},2$

» Ajoutons encore que, dans les calculs de dissociation progressive, il conviendrait de faire intervenir, non pas un seul oxyde, tel que Ag^2O ou Ag^4O, mais les différents oxydes susceptibles de se succéder et de coexister pendant les périodes successives de la dissociation.

» Toutes ces remarques sont essentielles pour les études de Mécanique chimique.

» Ce n'est pas tout : les observations précédentes portent sur des valeurs relatives ; mais le chiffre absolu, tel que $7^{Cal},0$, même pour l'état spécial auquel il correspond, aurait besoin d'être revisé. En effet, il a été déterminé en précipitant l'argent de son azotate par le cuivre ordinaire, c'est-à-dire d'après la chaleur de formation de l'azotate de cuivre. Or cette dernière a été mesurée elle-même en précipitant le cuivre de ses sels par le fer métallique. L'état du cuivre ainsi précipité est-il identique avec celui du

(¹) *Thermochimie : Données et lois numériques*, t. I, p. 126 et 135.

cuivre ordinaire? C'est ce qui est douteux et qu'il conviendrait de vérifier par une discussion et des expériences rigoureuses, semblables à celles que je viens d'établir pour les états multiples de l'argent.

» Cela fait, le même problème se poserait encore pour le fer employé à précipiter le cuivre de ses dissociations, dans les mesures calorimétriques.

» Cette fois, à la vérité, on prend l'élément, le fer métallique, comme point de départ; mais on sait que ce métal se distingue particulièrement par la multiplicité de ses états allotropiques; ils varient beaucoup, comme les physiciens l'ont constaté par l'étude de ses chaleurs spécifiques, à différentes températures. Or ces variations d'état subsistent jusqu'à une certain point dans le métal ramené à la température ordinaire : elles jouent un rôle important dans les applications industrielles du fer. Jusqu'à quel point se retrouveront-elles dans les déterminations thermochimiques de la chaleur d'oxydation et des autres combinaisons du fer?

» On voit quel intérêt présentent les états allotropiques des métaux et les modifications qu'ils éprouvent, toutes les fois qu'ils sortent de combinaisons, ou qu'ils y entrent, et l'on conçoit par là même combien il est essentiel de fixer rigoureusement leur état initial et leur état final, dans l'étude des réactions auxquelles ils concourent, aussi bien que dans l'étude des forces électromotrices dites de polarisation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Études sur les combinaisons de l'argent avec le mercure;* par M. **Berthelot.**

« L'étude des états allotropiques de l'argent m'a conduit à examiner la chaleur de formation de divers amalgames de ce métal, les uns cristallisés, obtenus en précipitant l'argent de son azotate au moyen du mercure, les autres préparés en triturant les deux métaux ensemble dans un mortier. L'amalgame une fois préparé, on le dissout à froid, au sein d'un calorimètre, dans une grande quantité de mercure, employé lui-même comme liquide calorimétrique; soit, pour 2^{gr} d'argent renfermés dans l'amalgame, 1313^{gr} de mercure dans le calorimètre.

» Des phénomènes divers se manifestent alors. Tantôt l'amalgame se dissout simplement avec absorption de chaleur; tantôt il se dissout avec dégagement de chaleur; tantôt enfin, après une dissolution préalable, il se sépare sur quelques points sous forme de grumeaux cristallins, résultant d'une combinaison localisée, dont la redissolution dans l'ensemble est

lente et difficile et exige une agitation et un broyage continués pendant un certain temps. Ces derniers phénomènes se produisent particulièrement lorsqu'on dissout dans la masse du mercure les variétés d'argent dont la dissolution a lieu avec un très petit dégagement de chaleur, c'est-à-dire en vertu d'une faible affinité. Dans tous les cas, il faut avoir soin de rendre la dissolution bien homogène; ce qui est difficile, en raison de son état pâteux, et de cet incident que l'amalgame vient flotter à la surface, d'où résultent beaucoup d'efforts nécessaires pour disséminer uniformément l'argent dans toutes les couches.

» Voici les résultats observés :

» I. HgAg (par trituration de l'argent en feuilles minces avec le mercure, sous des poids connus). — On a opéré chaque fois sur un amalgame formé de 2^{gr} d'argent et $3^{gr},852$ de mercure et préparé depuis deux ou trois jours.

	Résultat total pour Ag = 108^{gr}.
Premier effet, transitoire : absorption de chaleur.... Deuxième effet : Dégagement de chaleur	$+0^{Cal},33$

» II. Hg^2Ag (par trituration). — On a opéré chaque fois sur un amalgame formé de 2^{gr} d'argent et $7^{gr},408$ de mercure.

» L'amalgame se dissout, en donnant lieu uniquement à un abaissement de température,

Chaleur absorbée pour Ag = 108^{gr}.......... $-0^{Cal},50$

» III. Amalgame cristallisé (arbre de Diane), en grandes aiguilles, renfermant sur 100 parties, d'après analyse :

$$Ag = 31,9$$
$$Hg = 68,1$$

Ce sont les rapports bruts Hg^7Ag^6.

» On a trouvé, en opérant avec $1^{kg},313$ de mercure et $8^{gr},27$ d'amalgame (2^{gr} Ag combinés à $6^{gr},27$ de mercure) et en rapportant les résultats à 108^{gr} d'argent, une absorption de chaleur égale à $-0,58$.

» En ajoutant dans la dissolution même un poids d'amalgame égal au premier, le thermomètre a remonté, avec dégagement de $+0^{Cal},30$ (rapporté à 108^{gr} de l'argent contenu dans l'amalgame additionnel). La résultante, applicable à la totalité de l'argent dissous, serait $+0^{Cal},14$ pour 108^{gr} d'argent réellement combiné.

» Pour déduire de ces nombres la chaleur dégagée par la combinaison du mercure et de l'argent, il convient de rapporter cette combinaison à un état défini de l'argent. Avec l'argent ordinaire en feuilles, on aura :

		Avec l'argent cristallisé.
$Hg + Ag$	$+2^{Cal},36$	$+0,23$
$Hg^2 + Ag$	$+1,53$	$-0,40$
$Hg^{1\frac{1}{6}} + Ag$	$+2,17$	$+0,24$

» La chaleur dégagée croît avec la proportion d'argent (¹) :

$Hg^2 + Ag$ dégage	$+1,53$
$Hg^2 + Ag^2$ »	$+4,72$

» Si l'on rapporte les combinaisons à un même état pour tous les corps réagissants, ce qui revient à envisager le mercure comme solide, il convient de retrancher de ces chiffres la chaleur de fusion du mercure (rapportée à la température de $+10°$), c'est-à-dire de retrancher $0^{Cal},55$ par atome de mercure. Tous les chiffres demeurent positifs pour l'argent ordinaire; tandis qu'ils deviennent tous négatifs pour l'argent cristallisé (²).

» L'argent cristallisé n'aurait donc pour ainsi dire pas d'affinité chimique pour le mercure.

» En somme, l'affinité chimique de l'argent pour le mercure est peu considérable dans tous les cas; ainsi qu'on pouvait le prévoir d'ailleurs d'après ce fait, constaté par Joule (³) : que l'on obtient toute une série d'amalgames cristallisés, en faisant varier les proportions relatives des deux métaux, pour 1 seul atome de mercure, depuis 1 atome d'argent jusqu'à 50 atomes de ce dernier métal. Les cristaux de ces amalgames semblent se former ici, comme il arrive pour un mélange de sels isomorphes, qui cristallisent ensemble en toutes proportions. »

(¹) Pour l'amalgame cristallisé cité plus haut :

$Hg^7 + Ag^6$ dégage .... $+13^{Cal},02$

(²) J'ai déjà signalé une opposition du même genre pour certains sels doubles dérivés de l'iodure d'argent, suivant qu'on les rapporte à l'état initial de cet iodure précipité, ou à son état final cristallisé. (*Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XXIX, p. 243, 246 et 276; 1883.)

(³) *Chem. Soc. Journal*, 2ᵉ série, t. I, p. 378; 1863.

MÉCANIQUE. — *Sur la stabilité isentropique d'un fluide.* Note de M. **P. Duhem.**

« Supposons qu'un fluide soit soumis, en tout point de sa surface libre, à une pression uniforme et constante P; soient $\zeta(\rho, T)\,dm$ le potentiel interne de la masse élémentaire dm, V_e la fonction potentielle des forces extérieures, V_i la fonction potentielle des forces intérieures; ces fonctions potentielles sont de la forme générale supposée en notre Mémoire sur le *potentiel thermodynamique et la pression hydrostatique* (¹).

» Si le fluide est sans viscosité, on a, dans le temps dt,

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} & d\int\left[\frac{P}{\rho}+V_e+\frac{1}{2}V_i+\zeta(\rho, T)\right]dm - dt\int\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial T}\frac{dT}{dt}\,dm \\ & \quad +\frac{1}{2}d\int(u^2+v^2+w^2)\,dm = 0. \end{aligned}\right.$$

Si les mouvements du fluide sont assujettis à être *isothermiques*, $\frac{dT}{dt}=0$ et l'égalité (1) devient

$$(2)\qquad \frac{d}{dt}\Phi_T+\frac{1}{2}\frac{d}{dt}\int(u^2+v^2+w^2)\,dm=0,$$

$$(3)\qquad \Phi_T=\int\left[\frac{P}{\rho}+V_e+\frac{1}{2}V_i+\zeta(\rho, T)\right]dm.$$

Le raisonnement de Lejeune-Dirichlet montre que le système est alors en équilibre stable si Φ_T est minimum pour toutes les variations isothermiques. Si l'on désigne par δ_T une variation isothermique, les conditions qui assurent l'existence d'un tel état d'équilibre sont

$$(4)\qquad \delta_T\Phi_T=0,\qquad \delta_T^2\Phi_T>0.$$

Elles ne supposent pas que tous les éléments du fluide soient à la même température.

» Si les mouvements du fluide sont assujettis à être *adiabatiques*, partant *isentropiques*, et si l'on désigne par $S(\rho_0, T_0)\,dm$ l'entropie initiale de

(¹) *Annales de l'École Normale supérieure*, 3ᵉ série, t. X, p. 183; 1893.

l'élément dm, on a sans cesse

$$\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial T} = -ES(\rho_0, T_0). \tag{5}$$

L'égalité (1) devient

$$\frac{d}{dt}\Phi_Q + \frac{1}{2}\frac{d}{dt}\int(u^2 + v^2 + w^2)\,dm = 0, \tag{6}$$

$$\Phi_Q = \int\left[\frac{P}{\rho} + V_e + V_i + \zeta(\rho, T) + ETS(\rho_0, T_0)\right]dm. \tag{7}$$

» Le raisonnement de Lejeune-Dirichlet montre que le système est en état d'équilibre stable si Φ_Q est minimum pour les déplacements isentropiques. Si l'on désigne par δ_Q une variation assujettie à l'égalité (5), les conditions de l'équilibre isentropique stable sont

$$\delta_Q\Phi_Q = 0, \qquad \delta_Q^2\Phi_Q > 0. \tag{8}$$

» La comparaison des égalités (3) et (7) donne

$$\delta_Q\Phi_Q = \delta_T\Phi_T + \int\left[\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial T} + ES(\rho_0, T_0)\right]\delta T\,dm,$$

ou, selon l'égalité (5),

$$\delta_Q\Phi_Q = \delta_T\Phi_T. \tag{9}$$

» Cette égalité nous donne ensuite

$$\delta_Q^2\Phi_Q = \delta_Q\delta_T\Phi_T = \delta_T\delta_Q\Phi_T.$$

» D'ailleurs, selon l'égalité (3),

$$\delta_Q\Phi_T = \delta_T\Phi_T + \int\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial T}\delta T\,dm.$$

» Ces deux égalités donnent

$$\delta_Q^2\Phi_Q = \delta_T^2\Phi_T + \int\frac{\partial^2\zeta(\rho, T)}{\partial\rho\,\partial T}\delta T\,\delta\rho\,dm.$$

» Mais, selon l'égalité (5),

$$\frac{\partial^2\zeta(\rho, T)}{\partial\rho\,\partial T}\delta\rho + \frac{\partial^2\zeta(\rho, T)}{\partial T^2}\delta T = 0.$$

et

$$\frac{\partial^2 \zeta(\rho, T)}{\partial T^2} = -\frac{E c(\rho, T)}{T},$$

$c(\rho, T)$ étant la chaleur spécifique à densité constante.

» On a donc :

$$(10) \qquad \delta_Q^2 \Phi_Q = \delta_T^2 \Phi_T + \int \frac{T \left[\frac{\partial^2 \zeta(\rho, T)}{\partial T^2} \right]^2}{E c(\rho, T)} (\delta\rho)^2 \, dm.$$

» Selon une hypothèse fondamentale de la Thermodynamique (*Postulat de Helmholtz*) on a toujours l'inégalité

$$c(\rho, T) > 0.$$

» L'égalité (10) donne alors l'inégalité

$$(11) \qquad \delta_Q^2 \Phi_Q > \delta_T^2 \Phi_T.$$

» Selon l'égalité (9) et l'inégalité (11), les conditions (4) entraînent les conditions (8). *Si l'on admet le postulat de Helmholtz, tout état d'équilibre stable d'un système assujetti à n'éprouver que des modifications isothermiques demeure état d'équilibre stable si l'on assujettit le système à n'éprouver que des modifications isentropiques.*

» Nous avions déjà démontré ([1]) ce théorème pour un système dépendant d'un nombre limité de paramètres et ayant en tout point la même température. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Appareil très simple pour l'application de la méthode photothérapique de Finsen.* Note de MM. **Lortet** et **Genoud**.

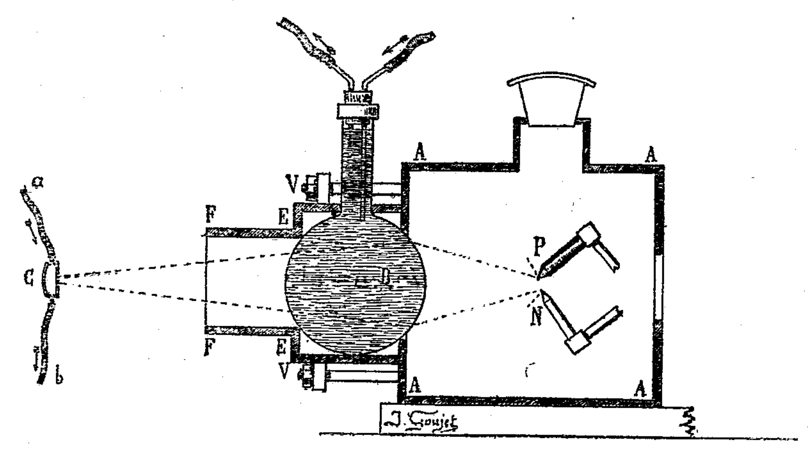
« Quand on se sert de l'arc électrique comme source lumineuse, le dispositif employé pour l'application de la méthode de Finsen est assez compliqué et nécessite une véritable installation qui, excellente assurément quand il s'agit d'un institut photothérapique spécialisé, est loin d'être à la portée de tout le monde.

» L'appareil dont nous proposons l'emploi est des plus simples. Avec quelques modifications de détail pour l'adapter à cet usage nouveau, c'est

---

([1]) *Traité élémentaire de Mécanique chimique*, t. I, p. 165.

le condensateur à ballon du cinématographe Auguste et Louis Lumière. Le schéma ci-joint en fera saisir le principe et le fonctionnement pour le cas qui nous intéresse.



» Dans une lanterne AAAA, un arc électrique à courant continu est disposé de manière à projeter en entier son faisceau lumineux sur un ballon B rempli d'eau et maintenu par la boîte métallique EEFF contre la lanterne, au moyen des boulons VV.

» Dans ce système, les rayons divergents de l'arc électrique deviennent convergents dans leur passage à travers le ballon. Leur point maximum de concentration peut être obtenu plus ou moins loin de l'extrémité FF, suivant que l'on éloigne ou rapproche plus ou moins du ballon la source lumineuse elle-même.

» L'eau contenue dans le ballon ayant la propriété d'absorber la plupart des radiations calorifiques, nous avons au point C un faisceau lumineux contenant à leur maximum de concentration les seules radiations chimiques et visibles, les quelques radiations calorifiques qui n'ont pas été absorbées ayant leur effet neutralisé par le compresseur C, que l'on applique sur la région à exposer à l'action photochimique, compresseur dans lequel circule constamment un courant d'eau froide.

» Le système figuré sur le schéma permet à l'eau contenue dans le ballon B de se renouveler et d'éviter ainsi l'échauffement.

» L'appareil est de dimensions très restreintes et peut être monté n'importe où. L'arc électrique employé consomme à peine 10 à 12 ampères, alors que, dans le dispositif Finsen, il faut un arc de 70 à 80 ampères.

» Des expériences photométriques nombreuses, et surtout l'étude expérimentale sur les malades, nous ont montré que nous disposons ainsi d'une intensité photochimique égale à celle obtenue par l'emploi des condensateurs de Finsen.

» Actuellement, dans notre laboratoire où nous poursuivons nos études cliniques, nous nous servons, avec le plus grand succès, de l'appareil que nous venons de décrire. »

CORRESPONDANCE.

La **Société mathématique de Kharkov** adresse à l'Académie l'expression de sa profonde condoléance à l'occasion de la mort de M. *Hermite*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *L.-E. Bertin*, intitulée : « Les marines de guerre à l'Exposition universelle de 1900 ».

2° Le recueil des travaux offerts par les auteurs à M. A. Lorentz, professeur de Physique à l'Université de Leiden à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire de son doctorat (*Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles*, 2e série, t. V).

GÉOMÉTRIE. — *Remarque au sujet d'une Note de* M. S. Kantor. Note de M. **F. Enriques**, présentée par M. Picard.

« Dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* du 21 janvier 1901, M. S. Kantor vient de donner une généralisation du théorème de M. Picard, concernant les surfaces algébriques dont les sections planes sont des courbes unicursales. Qu'il me soit permis de remarquer que la généralisation s'effectue d'une manière beaucoup plus simple, ainsi que je l'ai montré dans une Note insérée dans les *Rendiconti dell'Accademia dei Lincei*, 3 décembre 1893 (voir aussi *Mathematische Annalen*, Bd XLVI, p. 190). A la vérité, je me suis borné aux variétés M_3 à trois dimensions; mais on passe de la même manière aux M_{r-1} à $r-1$ dimensions ($r>4$). Il n'est pas douteux d'ailleurs que M. Kantor n'a pas eu connaissance de mon travail, dont le titre ne se rapporte pas au résultat que je viens de citer.

» Quant aux reproches que M. Kantor adresse à quelques passages de mon article des *Mathematische Annalen* (Bd XLIX), je demande la permission de déclarer qu'ils ont leur origine dans un malentendu. J'ai cité au n° 15 (p. 20) la congruence de coniques de M. Montesano, pour montrer qu'il n'est pas toujours possible de transformer une variété M_{r-1}, contenant une série d'indice 1 de courbes unicursales, en un cône dont les droites corres-

pondent à ces courbes. M. Kantor fait également la même remarque dans sa Note publiée par les *Comptes rendus* du 12 novembre 1900. D'ailleurs il a aperçu le passage cité de mon article, auquel il fait allusion dans la Note du 21 janvier. Mais je n'ai malheureusement pas été compris par lui; en effet, il croit que j'ai affirmé le contraire de ce que j'ai dit, et il m'attribue un lemme qui ne se trouve ni à la page 17, ni ailleurs dans mon Mémoire; au surplus il eût été singulier que j'eusse cherché chez M. Montesano un exemple, pour en tirer des conséquences tout à fait contradictoires.

» Le malentendu ne peut donner heureusement naissance à aucun doute, quant au fond de la question, puisque les remarques que M. Kantor développe à la fin de sa Note sont parfaitement justes. Les mêmes remarques et l'exemple cité m'avaient amené à la même conclusion (p. 19 et 20). »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les réseaux qui, par la methode de Laplace, se transforment des deux côtés en réseaux orthogonaux*. Note de M. C. GUICHARD.

« Soit une équation de M. Moutard :

$$\frac{d^2\theta}{\partial u\,\partial v} = M\theta, \tag{1}$$

qui admet cinq solutions ξ_1, ξ_2, ξ_3, ξ_4, ξ_5 satisfaisant aux conditions

$$\sum_1^\rho \xi_i^2 = 1, \tag{2}$$

$$\sum_1^\rho \left(\frac{d\xi_i}{\partial u}\right)^2 = 0, \qquad \sum_1^\rho \left(\frac{d\xi_i}{\partial v}\right)^2 = 0. \tag{3}$$

» Considérons, dans l'espace à cinq dimensions, la congruence (M) décrite par une droite M ayant pour cosinus directeurs $\xi_1, \ldots, \xi_5$; soient (S) et (T) les congruences transformées de (M) par la méthode de Laplace. Les cosinus directeurs de la droite (S) sont les quantités $\frac{d\xi_i}{\partial u}$; ceux de la droite (T), les quantités $\frac{d\xi_i}{\partial v}$. Il résulte des relations (3) que ces congruences (S) et (T) sont des congruences I.

» Interprétons maintenant ces résultats dans l'espace à trois dimensions. A la congruence (M) correspond une congruence de sphères (M); chaque droite M correspond une sphère M ayant pour coordonnées ξ_1, ξ_2, ξ_3, ξ_4, ξ_5; le centre m de cette sphère décrit un réseau (m); soient (s) et (f) les réseaux qui en dérivent par la méthode de Laplace. Aux droites S et T de l'espace à cinq dimensions correspondent des sphères S et T ayant pour centres les points s et t. Comme les sphères S et T sont des sphères points, les réseaux (s) et (t) sont des réseaux formés de lignes de courbure.

» La sphère M a un rayon égal à ms ou à mt; ses cercles focaux sont à l'intersection de la sphère M avec ses plans tangents en s et t; ce sont des cercles points.

» On voit que le réseau (m) est un des réseaux cherchés; on démontre facilement que tous les réseaux satisfaisants sont parallèles à des réseaux (m). Il en résulte qu'au point de vue de la direction des éléments, tout revient à trouver cinq fonctions $\xi_1, \ldots, \xi_5$ satisfaisant aux équations (1), (2), (3). Le problème est du quatrième ordre.

» Les sphères (M) forment un système plusieurs fois C; toutes les transformations du cas général sont évidemment applicables ici. Je vais indiquer rapidement les propriétés principales qui se présentent dans ce cas particulier des systèmes plusieurs fois C.

» Il y a une infinité de réseaux O, 3O harmoniques à la congruence (M); les transformés de ces réseaux sont harmoniques aux congruences (S) et (T); ils sont, par conséquent, 2I. Ainsi les systèmes O, 3O du cas général possèdent ici la propriété de se transformer des deux côtés en systèmes 2I. Il y correspond dans l'espace à trois dimensions des réseaux C, 3C qui se transforment des deux côtés en réseaux 2O.

» Les congruences I, SI conjuguées aux réseaux O, 3O, ont pour transformées des congruences conjuguées à des réseaux 2I; ces transformées seront 2O. Il y correspond dans l'espace à trois dimensions des réseaux O, 5O qui se transforment des deux côtés en réseaux 2C.

» On voit tout de suite une solution particulière de notre problème; c'est le cas où ξ_5 est nul. Le problème est du deuxième ordre, il se ramène à la détermination des surfaces à courbure totale constante.

» Dans ce cas, la sphère (M) est normale à une sphère fixe Σ; les points s et t sont situés sur Σ et décrivent des réseaux orthogonaux sur cette sphère. Le pôle m' du plan mst par rapport à Σ décrit un réseau analogue au réseau (m); les tangentes au réseau m' sont $m's$ et $m't$. Les tangentes du ré-

seau (s) sont sm et sm'. Si l'on considère un réseau parallèle à (s), il se transformera, dans les deux sens, après deux transformations de Laplace, en réseaux de lignes de courbure.

» J'ai étudié ce cas particulier, en détail, dans un Mémoire inséré en 1896 dans les *Annales de l'École Normale* (*Sur les surfaces minima non euclidiennes*). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la densité des zéros et le module maximum d'une fonction entière.* Note de M. **Pierre Boutroux**, présentée par M. Poincaré.

« Soient $G(z)$ un produit de facteurs primaires, $M(r)$ le maximum de son module pour $|z| = r$, r_n le module de son $n^{\text{ième}}$ zéro. Un théorème de M. Hadamard permet de trouver une limite inférieure de r_n, si l'on connaît une limite supérieure de $M(r_n)$. Mais jusqu'ici l'on n'est pas parvenu pour la réciproque à une proposition aussi complète. Si, par exemple, $G(z)$ est de genre fini, M. Borel a montré que l'inégalité $r_n > n^{\frac{1}{\sigma}}$ (σ réel et positif) entraîne $M(r) < e^{r^\sigma}$. Mais n'est-il pas possible d'aller plus loin, si l'on connaît la croissance de r_n avec plus d'exactitude? M. Borel semble en douter (*Leçons sur les fonctions entières*, p. 99). Il signale, en effet, les deux fonctions $\sin\frac{\pi z}{2}$ et $\frac{1}{\Gamma(z)}$ dont les zéros ont mêmes modules et dont les modules maxima sont cependant respectivement proportionnels à e^r et à r^r.

» Je vais montrer que, cependant, il est, en général, facile de compléter les résultats de M. Borel.

» Soit $G(z)$ un produit de genre fini p. Je suppose que pour $n > m$ on a $r_n > \psi(n)$, $\psi(n)$ étant une fonction continue positive et croissante $[\psi(n) \leqq hn^{p+1}]$. Je veux trouver une limite supérieure de $M(r)$.

» Soit $r = \eta\psi(i)$, i étant un entier plus grand que m, et η un nombre fini. Un mode de démonstration déjà employé montre que l'on a

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &\log M(r) < ar^p + 2r\int_m^i [\psi(n)]^{-1}\,dn + \frac{r^2}{2}\int_m^i [\psi(n)]^{-2}\,dn + \ldots \\ &\qquad + \frac{r^p}{p}\int_m^i [\psi(n)]^{-p}\,dn + br^{p+1}\int_{i+1}^\infty [\psi(n)]^{-p-1}\,dn \end{aligned}\right.$$

(a et b finis; on suppose $\psi(m) > 1$ et la dernière intégrale convergente).

Je supposerai que l'on a $\psi(n) = n^{\frac{1}{\rho}}\psi_1(n)$ ($\rho \neq 0$) et que pour $n > m$ la fonction $\varepsilon \log n - \log\psi_1(n)$ est positive et croissante, si $\varepsilon\lambda < \left|1 - \frac{\lambda}{\rho}\right|$.

» ρ est l'*ordre* de $G(z)$; $\psi_1(n)$ sera par exemple de la forme

$$(\log n)^{\sigma_1}(\log\log n)^{\sigma_2}\ldots.$$

» Cela posé, si $\lambda \neq \rho$, des intégrations par parties successives donneront

$$\int_m^i n^{-\frac{\lambda}{\rho}}[\psi_1(n)]^{-\lambda}\,dn < c_\lambda(1+\alpha+\alpha^2+\ldots)$$
$$+\frac{i^{1-\frac{\lambda}{\rho}}}{1-\frac{\lambda}{\rho}}[\psi_1(i)]^{-\lambda}(1+\alpha+\alpha^2+\ldots) = c + s i^{1-\frac{\lambda}{\rho}}[\psi_1(i)]^{-\lambda} = c + s_1\frac{i}{r^\lambda},$$

puisque nous avons posé $r = \eta\psi(i)$ ($\alpha < 1$, c et s constantes).

» Si $\lambda = \rho$, posons $\psi_1(n) = (\log n)^{\frac{1}{\tau}}\psi_2(n)$ et supposons que, pour $n > m$, la fonction $\varepsilon \log\log n - \log\psi_2(n)$ est positive et croissante, lorsque $\varepsilon\lambda > \left|1 - \frac{\lambda}{\tau}\right|$. On constate alors que

$$\int_m^i n^{-1}(\log n)^{-\frac{\lambda}{\tau}}[\psi_2(n)]^{-\lambda}\,dn < c + s(\log i)^{-\frac{\lambda}{\tau}+1}[\psi_2(i)]^{-\lambda} = c + s_1 r^{-\lambda} i \log i.$$

» Lorsque $\lambda = \tau$, on retombe sur un cas exceptionnel que l'on traite de la même manière et ainsi de suite.

» On étudie l'intégrale $\int_{i+1}^{\infty}[\psi(n)]^{-p-1}\,dn$ de la même manière.

» Portons maintenant les limites obtenues dans l'inégalité (1) et supposons d'abord ρ non entier. On trouve, en désignant par $\varphi(r)$ la fonction inverse de $\psi(n)$,

$$M(r) < \rho^{k\varphi\left(\frac{r}{\eta}\right)}, \tag{2}$$

k et n étant des nombres finis.

» Au contraire, si ρ est entier, λ est égal à ρ pour l'une des intégrales de (1), et l'on obtient seulement, en supposant τ différent de $1, 2, \ldots, p+1$,

$$M(r) < e^{k\varphi\left(\frac{r}{\eta}\right)\log\left[\varphi\left(\frac{r}{\eta}\right)\right] + ar^p}. \tag{3}$$

» Il est aisé de constater que, si ρ est entier, $M(r)$ peut effectivement s'approcher beaucoup de la limite (3) ou, au contraire, rester très voisin de la limite (2). Nous avons vu un exemple de ce fait lorsque $\rho = p$. Soit

maintenant $\rho = p + 1$. On peut évidemment disposer de i et des arguments des zéros de façon que, pour un certain argument de z, le produit des $(i-1)$ premiers facteurs primaires soit supérieur à 1 et chaque facteur restant supérieur à $e^{k\left(\frac{r}{r_n}\right)^{p+1}}$. Supposons alors, par exemple, $p = 0$, $r_n = n(\log n)^2$. On aura

$$r\sum_i^\infty \frac{1}{r_i} > \eta\, i(\log i)^2 \int_i^\infty \frac{dn}{n(\log n)^2} = \eta\, i \log i.$$

Au contraire, on peut s'arranger de façon que chaque facteur primaire à partir du $(i+1)^{\text{ième}}$ soit inférieur à $e^{k\left(\frac{r}{r_n}\right)^{p+2}}$. On remplace alors la dernière intégrale de (1) par une autre où $\lambda \neq \rho$.

» Ces exemples montrent que si ρ est entier, on ne peut pas espérer résoudre complètement le problème de la détermination du genre d'une fontion entière dont on connaît le module maximum. Mais les résultats énoncés plus haut nous apprennent entre quelles limites on pourra le faire.

» Soit, par exemple, à trouver le genre de la somme de deux produits de facteurs primaires d'ordre entier ρ, $G_1(z)$ et $G_2(z)$. Soit $F(z) = G(z)\rho^{H(z)}$, cette somme. Nous pouvons déterminer le genre de $F(z)$ dans des cas étendus correspondant aux divers critères qui renseignent sur la convergence ou la divergence de la série $\sum \frac{1}{r_n^\rho}$. Ainsi :

» Si, G_1 et G_2 étant de genre $\rho - 1$, G_1 est tel que pour $n > m$ on ait

$$r_n^\rho > \mu n (\log n)^{2+\varepsilon},$$

la somme $F(z)$ est de genre $\rho - 1$. En effet $H(z)$ est au plus de degré $\rho - 1$, car la limite supérieure de $|F(z)|$ est inférieure à ρ^{hr^ρ}.

» De plus, pour $G(z)$, la série $\frac{1}{R_n^\rho}$ est convergente; donc $G(z)$ est de genre $\rho - 1$.

» De même si, G_1 et G_2 étant de genre ρ, G_1 est tel que pour une infinité de valeurs de n indéfiniment croissantes, on ait

$$r_n^\rho < \mu n (\log n)^{-\varepsilon},$$

on en déduit que la série $\frac{1}{R_n^\rho}$ diverge et que $F(z)$ est de genre ρ.

» Chacun des critères de convergence et de divergence indiqués par M. Bertrand fournit une règle semblable. Mais, en dehors de ces cas et

d'autres analogues, la considération des modules maxima ne semble pas pouvoir nous renseigner sur le genre de $F(z)$.

» Écartons maintenant les cas exceptionnels. On peut dire alors, en tenant compte des résultats de M. Hadamard, que *la manière dont se comporte à l'infini le module maximum d'un produit de facteurs primaires de genre fini* $G(z)$ *est déterminée par la croissance de* r_n, autrement dit *par le nombre des zéros de* $G(z)$ *que contient un cercle de rayon indéfiniment croissant, abstraction faite des arguments de ces zéros.* »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la relation de l'activité solaire avec la variation diurne de la déclinaison magnétique.* Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

« On sait qu'il existe une relation bien nette entre les variations du magnétisme terrestre et l'activité du Soleil; R. Wolf a même donné une formule qui donne approximativement l'amplitude moyenne annuelle de la variation diurne de la déclinaison à Vienne, en fonction du *nombre relatif* des taches solaires. Mais, pour déterminer la loi du phénomène, on ne peut se borner à considérer ni la moyenne annuelle, ni l'amplitude totale de la variation : en effet, dans la combinaison d'ondes d'amplitudes et de phases différentes, l'amplitude totale de la variation résultante ne présente pas de relation simple avec les amplitudes des ondes composantes.

» L'emploi de la série de Fourier permet de résoudre le problème.

» En désignant par t le temps compté en angles à partir de minuit, à raison de 360° pour la journée entière, toute variation périodique diurne peut être représentée par la série

$$A_1 \cos t + B_1 \sin t + A_2 \cos 2t + B_2 \sin 2t + \ldots,$$

et, si la variation résulte de la superposition d'ondes d'origines diverses, les coefficients A_1, B_1, A_2 ... de la variation totale sont la somme algébrique des coefficients correspondants des ondes composantes.

» Pour déterminer l'influence des taches solaires, on considérera la variation observée comme produite par la superposition de deux ondes : l'*onde normale*, correspondant aux moments où le Soleil est complètement dépourvu de taches, et l'*onde perturbatrice,* fonction des taches, et que l'on peut, comme première approximation, supposer proportionnelle au nombre r des taches. On aura donc

$$(1)\qquad A_1 = A'_1 + a_1 r, \quad B_1 = B'_1 + b_1 r, \quad A_2 = A'_2 + a_2 r \ldots;$$

A'_1, B'_1, A'_2... étant les coefficients relatifs à l'onde normale; a_1, b_1, a_2... ceux de l'onde perturbatrice.

» Comme l'onde normale et l'onde perturbatrice dépendent toutes deux de la position du Soleil, on devra les déterminer non pas sur des moyennes annuelles, mais au moins sur des moyennes mensuelles.

» J'ai commencé par l'étude de la variation diurne de la déclinaison et j'ai discuté d'abord les observations recueillies par M. Moureaux, au Parc Saint-Maur, pendant les dix-sept années 1883-1899. Les coefficients de la série de Fourier ont été calculés, pour chaque mois individuellement, jusqu'aux termes en $4t$. On les a rapprochés ensuite du nombre relatif des taches solaires, tel qu'il a été donné pour chaque mois par R. Wolf et, depuis 1894, par son continuateur, M. Wolfer. Tous les mois de même nom ont fourni ainsi pour chaque groupe, tel que $A'_1 a_1$, dix-sept équations de condition, d'où l'on a tiré les valeurs les plus probables de ces coefficients. Nous ne nous occuperons pour le moment que de l'onde perturbatrice.

» En posant $c_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$, $\tang\varphi_n = \frac{a_n}{b_n}$, l'onde perturbatrice est mise sous la forme

$$P = c_1 \sin(t + \varphi_1) + c_2 \sin(2t + \varphi_2) + c_3 \sin(3t + \varphi_3) + \ldots,$$

qui se prête mieux à la discussion; on obtient ainsi une formule empirique qui donne à chaque instant les valeurs approchées de la fonction P, dont l'expression analytique exacte n'est pas connue.

» On trouve que les douze valeurs mensuelles des coefficients $c_1, c_2, \ldots$, $\varphi_1, \varphi_2, \ldots$, montrent, en général, une variation annuelle bien régulière et peuvent être exprimées, en fonction de la longitude l du Soleil, par une expression telle que

$$m + n \sin l + p \cos 2l;$$

le coefficient m, de beaucoup le plus important, est obtenu avec une grande exactitude; les deux autres m et n, plus petits, sont, par suite, moins bien déterminés.

» Les mêmes calculs ont été recommencés pour les observations de Greenwich. Les résultats concordent avec ceux de Saint-Maur d'une manière remarquable, si l'on songe à la petitesse du phénomène et à sa complexité.

» Toutes les données numériques et leur discussion complète seront publiées dans un Mémoire actuellement sous presse; j'indiquerai seulement ici les conclusions principales :

» 1° Les dix-sept équations de condition (1), qui déterminent chaque

groupe d'inconnues, tel que A'_1, a_1, présentent en général des erreurs résiduelles faibles, surtout pour les valeurs extrêmes de r; l'influence des taches du Soleil est donc très nette et déterminée avec précision. Les quelques écarts qui se présentent doivent être dus surtout à deux causes : d'une part, on admet la constance de l'onde normale, ce qui n'est pas probable, au moins pour une période un peu longue; d'autre part, les variations de l'activité solaire ne sont pas mesurées exactement par le nombre relatif des taches. Cependant la concordance des résultats montre que les erreurs qui résultent de cette dernière hypothèse sont faibles, sauf peut-être dans quelques mois exceptionnels.

» 2° Le terme diurne de l'onde perturbatrice a une phase φ_1 qui, rapportée au temps vrai, peut être considérée comme constante pendant toute l'année : 211°, 2 pour Saint-Maur, 210°, 2 pour Greenwich, nombres identiques dans la mesure de la précision obtenue. Les amplitudes a_1, en fonction de la longitude l du Soleil, et ramenées à sa moyenne distance, sont :

Saint-Maur .... $a_1 = 1',37 + 0',17 \sin l + 0',22 \cos 2l,$
Greenwich........... $a_1 = 1',48 + 0',15 \sin l + 0',24 \cos 2l.$

» 3° Le terme semi-diurne a les valeurs suivantes :

Saint-Maur ...... $a_2 = 0',82 + 0',30 \sin l + 0',20 \cos 2l$ $\quad \varphi_2 = 23°,5 + 24°,2 \sin l$
Greenwich....... $a_2 = 0',83 + 0',35 \sin l + 0',18 \cos 2l$ $\quad \varphi_2 = 27°,7 + 31°,5 \sin l$

Les valeurs sont encore tout à fait comparables dans les deux stations, même pour les phases où une différence de 1° ne correspond ici qu'à deux minutes de temps.

» 4° Les amplitudes du terme tiers-diurne sont :

Saint-Maur .... $a_3 = 0',51 + 0',23 \cos 2l$
Greenwich.................. $a_3 = 0',41 + 0',26 \cos 2l$

Les phases sont constantes dans toute l'année : 201° à Saint-Maur, 219° à Greenwich, nombres dont la différence, qui correspond à vingt-quatre minutes de temps, est dans la limite des erreurs probables.

» Les observations de Batavia ont donné des lois analogues pour les deux premiers termes, les seuls qui aient été calculés, mais avec des valeurs absolues différentes pour les coefficients. En traitant de même les observations d'un assez grand nombre de stations on pourrait dégager les lois qui lient les divers coefficients à la situation géographique et à la valeur du champ magnétique en chaque point et voir, notamment, si ces lois sont compatibles avec l'existence d'un champ magnétique émané du Soleil.

» Je me propose d'indiquer ultérieurement les particularités que présente la variation que j'ai désignée sous le nom d'*onde normale*. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les borates de magnésie et des métaux alcalino-terreux.* Note de M. **L. Ouvrard**, présentée par M. Troost.

« Dans deux Notes précédentes ([1]), j'ai indiqué par quelle série de recherches j'avais été amené à préparer les borates tribasiques d'un certain nombre de métaux.

» Depuis, j'ai cherché à appliquer la même méthode au magnésium et aux métaux alcalino-terreux qui paraissent se prêter moins facilement que les précédents à l'obtention de corps cristallisés.

» On sait que la magnésie se dissout aisément dans l'anhydride borique fondu, et c'est ainsi qu'Ebelmen ([2]) a préparé les borates $B^2O^3, 3MgO$ et $B^2O^3, 2MgO$, reproduits par M. Le Chatelier ([3]), tandis qu'en présence d'un grand excès d'anhydride borique M. Ditte a obtenu le borate acide $4B^2O^3, 3MgO$, en masses cristallines, à structure rayonnée ([4]).

» Si l'on ajoute un léger excès de magnésie à un mélange équimoléculaire d'anhydride borique et de fluorhydrate de fluorure de potassium, et que l'on porte le tout au rouge dans un creuset de platine, on obtient une masse qui, soumise à un refroidissement lent, laisse distinguer nettement des aiguilles cristallines. Le culot étant repris par l'eau bouillante abandonne un feutrage de fines aiguilles qui, lavées à l'acide acétique étendu, présentent au microscope une apparence très homogène et répondent à la formule $B^2O^3, 3MgO$ ([5]).

» Ce sont des prismes transparents, à extinctions longitudinales, inaltérables par l'eau bouillante, sensiblement inattaquables par l'acide acétique dilué, facilement solubles dans les acides minéraux.

» Avec des quantités insuffisantes de magnésie, on n'obtient pas de produit homogène; il se forme probablement des mélanges de borates moins basiques, dont nous n'avons pu retirer aucun produit défini.

» L'addition de chlorure de magnésium au mélange, au lieu et place de magnésie, donne naissance à de la boracite, facilement reconnaissable à sa forme tétraédrique et à son insolubilité dans l'acide chlorhydrique concentré et froid.

([1]) L. Ouvrard, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 172 et 335.
([2]) Ebelmen, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXIII, p. 50.
([3]) Le Chatelier, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 1034.
([4]) Ditte, *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 893.
([5]) B^2O^3 : calculé, 36,82; trouvé, 35,90 et 36,11. MgO : calculé, 63,18; trouvé, 63,27 et 62,76.

» La chaux, ou son carbonate, se dissolvent également bien, à la température du rouge, dans le mélange d'anhydride borique et de fluorhydrate de fluorure de potassium; mais on n'obtient de produit bien défini qu'en employant trois molécules de chaux pour une de chacun des autres composants.

» Après lavage prolongé à l'eau froide, puis à l'acide acétique très dilué, il reste des prismes agissant sur la lumière polarisée, mais altérables par l'eau chaude, qui les rend opaques, très solubles dans les acides étendus, et correspondant à la formule $B^2O^3, 3CaO$ (1).

» La substitution du chlorure de calcium, en tout ou en partie, à la chaux, dans la réaction précédente, tend à donner des produits chlorés, différents d'ailleurs des boracites, sur lesquels nous reviendrons plus tard, et parmi lesquels nous signalerons seulement le borate $B^2O^3, 3CaO, CaCl^2$ décrit par M. Le Chatelier (2).

» La strontiane et la baryte se comportent à peu près comme la chaux vis-à-vis du mélange d'anhydride borique et de fluorhydrate de fluorure de potassium. Par leur addition en quantité convenable, on obtient par refroidissement lent les borates $B^2O^3, 3SrO$ (3) et $B^2O^3, 3BaO$ (4), en cristaux dentelés, ou en feuilles de fougère, agissant sur la lumière polarisée, moins facilement altérables par l'eau chaude que le sel correspondant de chaux, peu attaquables par l'acide acétique étendu, très solubles dans les acides minéraux.

» De même que dans le cas de la chaux et de la magnésie, l'emploi de proportions insuffisantes de strontiane ou de baryte ne donne naissance qu'à des mélanges de borates moins basiques et correspondant probablement aux formules de ceux qui ont été décrits par quelques auteurs et en particulier par M. Ditte et M. Le Chatelier.

» L'analyse de ces différents composés ne présente aucune difficulté spéciale, et nous avons pu la réaliser par l'une des deux méthodes que nous avions indiquées précédemment.

» Dans une prochaine Communication, nous nous proposons de faire connaître quelques-uns des composés chlorés qui se forment quand on

---

(1) B^2O^3 : calculé, 29,41; trouvé, 28,76 et 29,10. CaO : calculé, 70,59; trouvé, 70,67 et 70,18.

(2) Le Chatelier, *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 276.

(3) B^2O^3 : calculé, 18,42; trouvé, 18,08 et 17,95. SrO : calculé, 81,58; trouvé, 81,04 et 81,19.

(4) B^2O^3 : calculé, 13,23; trouvé, 12,86 et 12,90. BaO : calculé, 86,77; trouvé, 85,71 et 86,20.

remplace dans les réactions précédentes les oxydes, en tout ou en partie, par les chlorures correspondants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'électrolyse des oxyacides. Préparation de l'acide β.-amyloxypropionique et de la diamyline du butanediol* 1.4. Note de M. l'abbé **J. Hamonet**, présentée par M. Georges Lemoine.

« Je me suis proposé d'appliquer à la préparation de quelques glycols ou, ce qui revient au même, de leurs éthers, la décomposition des sels alcalins des oxyacides par le courant électrique. Ma première préoccupation a été d'obtenir des produits insolubles, afin de les soustraire autant que possible aux réactions secondaires, qui rendent si complexes, si difficiles à étudier les résultats de l'électrolyse. C'est pourquoi j'ai remplacé le groupe alcool par le groupe éther-oxyde. Je pouvais espérer que la décomposition se ferait suivant l'équation

$$(1)\quad 2ROC^nH^mCO^2K = K^2 + 2CO^2 + (ROC^nH^m - C^nH^mOR).$$

Mes prévisions ne se sont réalisées qu'en partie et j'ai dû laisser de côté les α oxyacides. En effet, la position du groupe éther-oxyde dans la molécule a une très grande influence sur les résultats de l'expérience. Si ce groupe est en β, la décomposition se fait en proportion très convenable suivant l'équation (1); mais si ce groupe est en α, une très grande partie de l'éther s'hydrolyse :

$$(2)\quad RCH(OC^5H^{11})CO^2H + H^2O = (RCHOHCO^2H) + C^5H^{11}OH$$

et c'est à peu près exclusivement sur l'acide-alcool régénéré que se porte l'action du courant électrique. Il se forme alors de l'aldéhyde et des produits acétaliques. Ainsi l'acide amylglycolique $C^5H^{11}OCH^2 - CO^2H$ et l'acide amyllactique $CH^3CH(OC^5H^{11})CO^2H$ ne m'ont donné ni la diamyline du glycol de Wurtz, ni celle du butanediol 2.3 que je pouvais espérer.

» Je ne parlerai donc que de l'électrolyse des acides β.-alcooliques et d'abord de celle de l'acide β.-amyloxypropionique.

» *Préparation de l'acide β.-amyloxypropionique* $C^5H^{11}OCH^2CH^2CO^2H$. — J'essayai d'abord d'opérer comme je l'avais fait pour l'acide amylglycolique, c'est-à-dire de faire réagir deux molécules d'amylate de sodium sur

une molécule d'acide β.-chloropropionique. Mais on n'obtient que très peu de l'acide cherché et beaucoup d'acide acrylique, si l'on verse dans l'amylate l'acide β.-chloropropionique dissous dans l'alcool amylique, et rien que de l'acide acrylique, si l'on verse l'amylate dans l'acide. C'était un résultat que me faisait trop prévoir l'instabilité bien connue des sels de l'acide β.-chloropropionique, qui d'eux-mêmes se décomposent en chlorure métallique et acide acrylique.

» Antérieurement, j'avais tenté de préparer l'acide butyropropionique par l'action du butyrate de sodium sur l'acide β.-chloropropionique; cette fois encore, il s'était fait beaucoup d'acide amylique et peu de l'acide cherché.

» Je songeai, alors, que peut-être l'éther de l'acide β.-chloropropionique serait plus stable que l'acide lui-même.

» Pour préparer le β.-chloropropionate d'amyle, on peut saturer de HCl le mélange d'alcool et d'acide; mieux vaut cependant, comme l'a fait M. Simon pour le pyruvate d'amyle, chauffer quelque temps au bain-marie ce mélange d'acide et d'alcool, et enlever ensuite, par distillation dans le vide, l'eau qui se forme peu à peu. Le rendement est presque théorique. Le β.-*chloropropionate d'amyle* est un liquide incolore, à odeur de fruits; il bout à 109°-110° sous la pression de 21^{mm} : densité à 18° = 1,024.

» Ce corps a été ensuite transformé facilement en β.-*amyloxypropionate d'amyle*, $C^5H^{11}OCH^2CH^2 - CO^2C^5H^{11}$, par addition d'amylate de sodium dissous dans l'alcool amylique.

» Il convient de verser peu à peu l'amylate dans le chloropropionate, afin d'éviter l'élévation de température et, par suite, la saponification du groupe éther-sel. Une première fois, j'ai isolé l'éther β.-*amyloxypropionate d'amyle*. C'est un liquide bouillant à 140° sous la pression de 20^{mm}, et à 259°-260° sous celle de 750^{mm} : densité à 18° = 0,901. Dans la suite, j'ai saponifié immédiatement le groupe éther-sel et j'ai séparé par l'eau l'amyloxypropionate de sodium de l'alcool amylique. La solution aqueuse, convenablement concentrée, a été traitée par SO^4H^2 et l'acide β.-*amyloxypropionique* s'est rassemblé à la surface. C'est un liquide incolore, faiblement odorant, peu soluble dans l'eau. Il bout à 145°-146° sous la pression de 15^{mm}, et à 251°-252° sous celle de 750^{mm} : densité à 18° = 1,051 [1].

» *Electrolyse du β.-amyloxypropionate de potassium*. — La solution de

---

[1] C'est en 1898 que j'ai obtenu cet acide, comme en témoigne un pli cacheté déposé à la Société chimique, le 23 juin 1898.

ce sel, d'une densité de 1,08, a été soumise à l'action d'un courant de 2 ampères.

» On a fait varier la surface de l'anode de 6^{cq} à 193^{cq}, de telle sorte que la densité du courant variait ainsi de $0^{amp},330$ à $0^{amp},010$ par centimètre carré, sans que la quantité ou la composition du liquide huileux obtenu changeât sensiblement. Ce liquide, qui se rassemble très bien à la surface, représente un peu plus de la moitié de l'acide employé. Il se compose de produits aldéhydiques, sur lesquels je reviendrai dans la suite, d'alcool amylique provenant encore de l'hydrolyse d'une partie du groupe éther-oxyde, d'un liquide bouillant à 140°-141° sous la pression de 15^{mm} et à 260°-261° sous celle de 750^{mm}, et d'un résidu qui n'a pas encore été étudié.

» Le liquide bouillant à 260°-261° est une huile faiblement odorante, insoluble dans l'eau : densité à 18° = 0,849.

» L'analyse de ce corps correspond parfaitement à la diamyline du butanediol. Que les groupes éthers soient placés en 1.4, c'est ce que je démontrerai par les dérivés, que j'en ai obtenus : acide succinique, acide adipique. On peut donc représenter la décomposition électrolytique par l'équation suivante :

$$(3)\quad \begin{cases} (2\,C^5H^{11}OCH^2CH^2CO^2K) \\ = K^2 + 2\,CO^2 + (C^5H^{11}OCH^2 - CH^2 - CH^2CH^2OC^5H^{11}). \end{cases}$$

» Le rendement a été de 50 pour 100 de la quantité théorique.

» Quoique les étapes à parcourir pour passer de la glycérine à cet éther du butanediol ou à ses dérivés soient, il faut l'avouer, longues et nombreuses, je crois cependant que cette méthode est la seule pratique et même la seule sûre qui ait été donnée jusqu'ici.

» Je me propose d'appliquer ce procédé à la décomposition d'autres β. ou γ.-oxyacides. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'action saccharifiante des germes de blé et sur l'emploi de ces germes en distillerie.* Note de M. **Lindet**, présentée par M. Duclaux.

« Les nouveaux procédés de mouture permettent au meunier d'extraire, au début de son travail, le germe du blé dans un grand état de pureté. Le premier broyeur de la série des moulins à cylindres, fendant le grain et séparant les deux lobes, fait sauter le germe; d'autres appareils (dégermeur Rose, fendeuse Schweizer, semouleur Danvin et Gibory, broyeur Record Rose, etc.) produisent le même travail. Les germes, ainsi dégagés, sont d'ordinaire passés entre cylindres lisses, pour les débarrasser de la

farine encore adhérente, et les sons de ces germes sont vendus aux nourrisseurs au même prix que les sons ordinaires.

» Le germe ne se trouve pas, du fait de ces opérations, séparé de son scutellum; or, Brown et Morris ont démontré que les diastases, et spécialement celle qui pendant la germination dissout l'amidon, sont sécrétées dans cette partie du grain. L'expérience m'a permis de constater que les sons de germes, riches en débris de scutellum, renferment de grandes quantités de diastase saccharifiante, et qu'ils peuvent remplacer, à un moment donné du travail de la distillerie, le malt d'orge, dont le prix est deux fois plus élevé.

» On sait qu'il convient de distinguer dans la saccharification diastasique de l'amidon deux actions superposées : l'une qui s'exerce spécialement à 70° et même 80°, et qui aboutit à la liquéfaction de l'amidon et à une production presque exclusive de dextrine, l'autre qui se développe à 63° et au-dessous et qui a pour effet de transformer la dextrine en maltose. On tend même à admettre l'existence de deux diastases, l'une plus résistante que l'autre à la chaleur : l'*amylase*, qui *liquéfie* et *dextrinise;* l'autre : la *dextrinase,* qui *saccharifie.*

» Je pense que la diastase saccharifiante des germes de blé existe sous ces deux états; mais je n'ai pu mettre en évidence jusqu'ici son action liquéfiante; les germes renferment en effet une grande proportion de matières albuminoïdes solubles; en présence de l'eau, celles-ci se coagulent à partir de 50° C., et quand la température atteint 65°-70°, la quantité de matière précipitée est telle que le liquide s'en trouve épaissi et que la diastase, probablement retenue dans le réseau des albuminoïdes, est dès lors incapable de liquéfier et de saccharifier. Mais si son action liquéfiante nous échappe, son action saccharifiante ne saurait être mise en doute. Quand on opère sur un empois préalablement liquéfié au malt, et quand on maintient la température au-dessous de 50°-55°, c'est-à-dire la température inférieure à celle de la coagulation des albuminoïdes, on détermine la saccharification de la dextrine.

» J'ai comparé l'action *saccharifiante* du malt d'orge et du son de germes de blé, en introduisant, aux températures de 35°, 45°, 55°, 65°, un même poids de chacune de ces substances, dans une même solution d'empois dextrinisé, et en prolongeant le chauffage, dans chaque cas, pendant le même temps. Les résultats ci-dessous expriment les quantités de dextrine transformée pour 100 de dextrine préexistante :

	35°.	45°.	55°.	65°.
Avec les sons de germes.....	38,5	46,2	45,1	8,7
Avec le malt d'orge.........	36,6	42,9	45,8	17,0

» J'ai appliqué le procédé de saccharification par les sons de germes, soit à des moûts de maïs cuit, soit à des moûts de pommes de terre et j'ai, dans les deux cas, retiré des liquides fermentés une quantité d'alcool correspondant à la somme du maltose et de la dextrine, dosés avant fermentation. La diastase du germe de blé est donc, comme celle du malt d'orge, capable de saccharifier la dextrine au cours de la fermentation alcoolique.

» La dépense que l'adoption de cette méthode occasionne est réduite à son minimum; il suffit, en effet, quand on traite du maïs, de faire intervenir une quantité de malt, qui représente 2 pour 100 et une quantité de sons de germes qui représente 10 pour 100 du poids des grains mis en œuvre. Ces quantités peuvent être réduites de moitié, quand on s'adresse à la pomme de terre.

» L'introduction des germes dans la drèche de distillerie ne peut qu'en augmenter la valeur nutritive. Ceux qui ont servi à mes expériences et qui provenaient du moulin des hospices et hôpitaux de Paris, renfermaient 23,5 pour 100 de matières azotées, 8,4 pour 100 de matières grasses et 2,4 pour 100 de matières minérales.

» L'emploi des sons de germes, que jusqu'ici la meunerie abandonnait à la nourriture du bétail, peut donc trouver place dans la distillerie de grains ou de pommes de terre et créer une communauté d'intérêts entre ces deux industries agricoles. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *La légende du* Lepas anatifera, *la* Vallisneria spiralis *et le Poulpe*. Note de M. **Frédéric Houssay**, présentée par M. Edmond Perrier. (Extrait.)

« Le *Lepas anatifera*, crustacé fixé bien connu des zoologistes, a donné lieu à de curieuses légendes, familières à tous ceux que l'histoire des sciences intéresse. Ces légendes, dans leurs traits essentiels, se résument à ceci : l'animal s'organise aux dépens du bois ou des troncs d'arbres flottants sur lesquels on le trouve, d'autres disent sur une plante qui croît au fond de la mer, puis lui-même se transforme ou donne naissance à un oiseau, l'*oie bernache* ou oie du coquillage, en souvenir de laquelle Linné a gardé dans sa nomenclature le nom d'*Anser bernicula*.

» La *Vallisneria spiralis* est une plante aquatique dioïque dont la fécondation fut décrite d'une façon scientifique par Micheli en 1729, mais, à mon avis, le fait était banalement connu à une époque antérieure. Je rappelle

que la fleur femelle monte à la surface de l'eau, que l'inflorescence mâle en fait autant, que les fleurettes dont elle est composée se détachent, fécondent la fleur femelle, et que celle-ci refermant son périanthe descend au fond de l'eau, entraînée par sa hampe qui se contourne en spirale.

» Examinant en 1891 les décors exclusivement animaux et végétaux figurés sur des vases appartenant à l'art dit mycénien, j'y crus voir représentés le phénomène vrai de la fécondation de la Vallisnérie et le phénomène légendaire de la naissance des oiseaux sur des plantes marines, c'est-à-dire la légende de l'anatife.

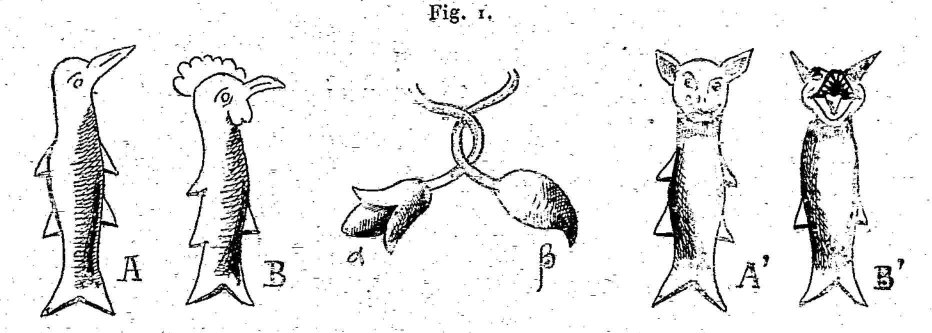
» Mais quand je voulus faire partager ma conviction je me trouvai fort embarrassé. Je l'essayai néanmoins en deux articles que publia la *Revue archéologique* (¹).

» Je veux aujourd'hui apporter quelques faits nouveaux comme contribution à ces études.

» Sur le portail occidental de l'église de Moissac (XIIe siècle) dont le moulage est au Trocadéro, je trouve quatre groupes d'animaux dont il serait trop long de préciser la disposition architecturale.

» 1° Des mammifères, des chiens peut-être, dressés face à face par couples : un organe sexuel net caractérise le mâle, la femelle féconde a des mamelles turgescentes; les queues de ces animaux s'enlacent, celle du *mâle* se termine par un ornement (α, *fig.* 1) où l'on peut reconnaître, mieux même que sur notre dessin, l'*inflorescence mâle* de la Vallisnérie; celle de la femelle se termine (β, *fig.* 1) par la *fleur femelle*

Fig. 1.



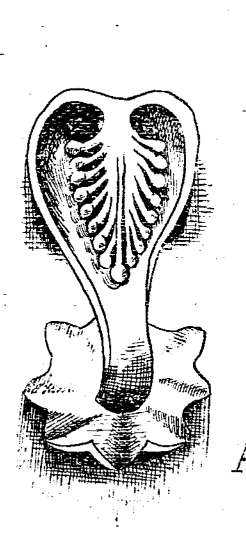
fécondée de la Vallisnérie. C'est l'évocation, la comparaison et la généralisation des idées de sexualité et de fécondité chez les animaux et chez les végétaux.

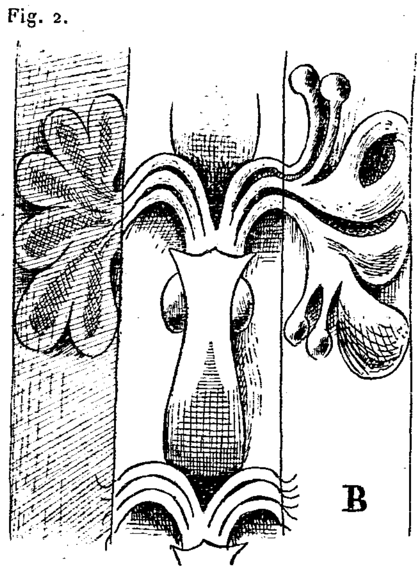
(¹) FRÉDÉRIC HOUSSAY, *Les Théories de la genèse à Mycènes et le sens zoologique de certains symboles du culte d'Aphrodite* (*Rev. archéol.*, 1895). — *Nouvelles recherches sur la faune et la flore des vases peints de l'époque mycénienne et sur la philosophie pré-ionienne* (*Ibid.*, 1897).

» 2° Deux files contenant 28 animaux, dont 1 est fort effacé et dont les autres sont: 7 poissons purs, 13 poissons à têtes d'oiseaux tels que canard, coq, chouette, etc., (A, B, *fig.* 1), enfin 7 poissons à têtes de mammifères (A', B', *fig.* 1). C'est l'évocation et la figuration de la métamorphose présumée des animaux aquatiques en animaux terrestres.

» 3° Une file de mammifères et une file d'oiseaux dont la continuité est indiquée avec une troisième file d'ornements innommables, à moins d'employer le mot conventionnel de *palmettes* (A, *fig.* 2).

Fig. 2.





» Si nous comparons cette théorie figurée à la légende écrite de l'anatife, et cela n'a rien d'aventureux puisque nous en sommes très rapprochés dans l'espace et le temps, nous constatons d'abord qu'elles appartiennent à la même famille d'idées et qu'elles ont trait toutes deux à la genèse aquatique et aux métamorphoses des vivants. Elles deviennent même identiques si l'on admet que la palmette tient dans l'une la même place que l'anatife dans l'autre, si l'on admet qu'elle le *représente*. Dès maintenant je remarque que ces palmettes sont fort analogues aux feuilles de la plante que sur un ossuaire de Crète j'ai défini « l'arbre producteur des oiseaux aquatiques ».

» 4° La file des mammifères dont j'ai parlé plus haut se poursuit dans l'ogive du portail par un décor qui paraît d'abord un simple fouillis de feuillage, composé par un même motif qui se répète en file. En dessinant avec précision un de ces motifs, on y reconnaît un *poulpe* dont les bras se terminent à droite dans une touffe de plantes marines analogues à un fucus et à gauche dans une palmette (B, *fig.* 2). Or le poulpe est le plus caractérisé, le plus fréquent et le plus original des animaux représentés par les vieux peintres égéens.

» Je me borne aujourd'hui à constater le rapprochement, me réservant d'en tirer parti pour d'autres études. »

BOTANIQUE. — *Sur le* Ramy *de Madagascar.* Note de M. **H. Jacob de Cordemoy**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Depuis quelques années, il a été signalé, à maintes reprises, une résine des plus intéressantes provenant de Madagascar : c'est la résine de *Ramy*. Cette substance exsude, en effet, d'un arbre que les indigènes nomment le *Ramy*, et qui est encore appelé quelquefois par les colons *Colophanier de Madagascar*.

» Mais, jusqu'à présent, aucune détermination exacte de ce végétal n'a été, que je sache, publiée. Dans un Travail récent sur les résines exotiques (¹), je me suis moi-même borné à émettre, à cet égard, une hypothèse, en disant qu'on « devait se demander si la résine en question ne découlerait » pas à la fois d'un ou plusieurs *Canarium*, confondus sous le nom in- » digène de *Ramy* ». Je n'avais pas, à ce moment, les matériaux nécessaires pour préciser davantage mes indications.

» Or, ayant reçu tout dernièrement de Madagascar un échantillon botanique complet du *Ramy* (²), j'ai pu m'assurer que cette plante est bien une Burséracée du genre *Canarium* : c'est le *C. multiflorum* d'Engler (³).

» Voici donc la diagnose de cette espèce :

» C'est un bel arbre atteignant jusqu'à 35^m de hauteur; il a le port d'un grand Chêne. Les rameaux et les pétioles des feuilles sont, dans le jeune âge, recouverts d'un fin duvet. La feuille est composée pennée; elle a $0^m,20$ de long environ, et comprend quatre ou cinq paires de folioles, plus une foliole terminale. Ces folioles sont pétiolulées; leur limbe glabre, luisant à la surface supérieure, est asymétrique, sauf le plus souvent pour la foliole impaire.

» La plante fleurit en octobre. L'inflorescence est une panicule multiflore aussi

---

(¹) H.-J. de Cordemoy, *Gommes et résines d'origine exotique* (Paris, Challamel; 1900).

(²) Cet échantillon est dû à l'obligeance de M. Perrier de la Bâthie, qui l'a recueilli à Belambo, sur la rive gauche de l'Ikopa.

(³) Engler, in *Monographiæ Phanerogamarum Prodromi*, vol. IV, p. 128. Je ne parle ici que du *Ramy* de la partie occidentale de Madagascar. Comme il existe, dans cette île, d'autres espèces de *Canarium*, il se pourrait que celles-ci fussent aussi appelées *Ramy* par les indigènes.

longue que la feuille. Les fleurs sont polygames. La fleur mâle offre les caractères suivants : le calice gamosépale est profondément divisé en trois lobes pubérulents à l'extérieur; la corolle, une fois et demie plus longue que le calice, est formée de trois pétales libres, coriaces, ovales, tronqués inférieurement et dont la face externe est recouverte d'un fin duvet soyeux. L'androcée comprend six étamines libres dont les filets s'insèrent en dehors et à la base du disque hypogyne charnu qui, dans la fleur mâle, entoure l'ovaire atrophié et rudimentaire. Ces filets, dressés, laissent des empreintes profondes sur le disque contre lequel ils sont appliqués. Les anthères qui les surmontent sont fixées par la base de leur face dorsale; elles sont oblongues, introrses, et présentent quatre facettes nettement limitées par quatre angles qui se prolongent en autant d'ailes membraneuses longitudinales.

» Je n'ai pas observé la fleur femelle. Le fruit est une drupe ovoïde, d'un blanc grisâtre à la maturité, à mésocarpe résineux : ses deux plus grands diamètres sont respectivement de 3^{cm} et 2^{cm}.

» J'ai recherché, dans le rameau de cet arbre, la disposition des éléments sécréteurs. La structure de ce rameau est, d'ailleurs, assez singulière : en dedans de la zone libéro-ligneuse secondaire normale, et dans le conjonctif central, on observe un grand nombre de faisceaux libéro-ligneux diversement orientés, isolés ou réunis par petits groupes. Quoi qu'il en soit, les canaux sécréteurs sont rares dans l'écorce et le conjonctif central. Ils abondent, au contraire, dans tout le tissu libérien (1). Ceux du liber normal externe sont protégés par des arcs fibreux péricycliques; d'autre part, tous les faisceaux centraux contiennent, dans leur partie libérienne, un ou plusieurs de ces larges canaux sécréteurs.

» Le Ramy sécrète de la résine dans toutes ses parties; mais ce produit découle surtout de la base du tronc et des énormes racines par lesquelles le végétal s'attache au sol.

» Cette résine est jaune verdâtre, à odeur de citron, très abondante; elle pourrait sans doute recevoir des applications industrielles.

» En résumé : 1° L'arbre résinifère connu sous le nom indigène de *Ramy*, sur la côte occidentale de Madagascar, est le *Canarium multiflorum* Engler; 2° Cet arbre laisse exsuder une résine jaune verdâtre qui, dans la tige, se forme dans des canaux résineux développés surtout dans le tissu libérien. »

---

(1) Cette localisation de canaux sécréteurs paraît être un fait anatomique général parmi les Burséracées, d'après les observations que j'ai eu l'occasion de faire chez d'autres espèces, notamment chez les *Protium*.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un nouveau genre de tige fossile.* Note de M. B. RENAULT, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« Il s'agit d'un fragment de tige conservé par la silice, fendu par la moitié longitudinalement, trouvé sous un dolmen de la Haute-Alsace et provenant peut-être du culm de la région (¹).

» Suivant sa plus grande longueur il mesure 105mm; la moitié trouvée sous le dolmen renferme heureusement l'axe de la tige; le diamètre de la base est de 58mm, celui du sommet de 38mm; la tige est donc cylindro-conique.

» La surface de l'échantillon porte des mamelons fusiformes, mesurant à la partie inférieure 13mm à 14mm de hauteur sur 5mm à 6mm en largeur; ceux de la partie supérieure, plus allongés, atteignent 22mm à 23mm; leur surface est arrondie, lisse et ne présente aucun ornement; tous sont munis, à leur extrémité supérieure, d'une cicatricule unique placée au fond d'une petite dépression elliptique; cette cicatricule correspond à un faisceau vasculaire et détermine un léger relief ponctiforme.

» Les mamelons peuvent être compris sur deux lignes spirales entourant la tige de droite à gauche et de gauche à droite, faisant entre elles un angle moyen de 50°.

» L'ensemble des mamelons possède à première vue un aspect knorriforme, mais que ne soutient pas un examen plus approfondi; il est comparable aussi à la surface de certaines tiges de Lépidodendrons décortiqués, ou même à celles de stipes de Fougères arborescentes.

» *Structure de la tige.* — Une coupe transversale montre, au centre, un espace circulaire, occupé autrefois par un tissu maintenant détruit, dont le microscope ne montre que quelques débris de membranes cellulaires; il est parcouru seulement par des faisceaux vasculaires indépendants ne se rattachant, en apparence, à aucun axe vasculaire central.

» En dehors de cette région, se trouve une assise représentant l'écorce moyenne de couleur brune, formée de cellules sclérifiées à sections rectangulaires et rangées en lignes rayonnantes du côté de l'axe, mais composée, au contraire, du côté externe, de cellules rameuses constituant une sorte de tissu lacuneux. Cette portion de l'écorce est parcourue sur son bord interne par des faisceaux vasculaires qui s'élèvent verticalement et forment une sorte d'étui cylindrique, puis se dirigent en se recourbant vers les appendices.

(¹) M. Jutier, ingénieur en chef des mines, me l'avait communiqué il y a vingt-cinq ans, mais ce n'est que dans ces derniers temps que j'ai pu en achever l'étude, grâce à l'obligeance de M. Fliche, professeur à l'École forestière de Nancy, à qui j'adresse mes remercîments.

» L'assise la plus externe de l'écorce est composée d'un tissu cellulaire mou, d'une destruction facile ; les cellules ne sont guère représentées que par leurs membranes moyennes couvertes de Bactériacées; malgré le peu de résistance de cette région, elle ne présente aucun écrasement, et la surface porte les mamelons dont nous avons parlé plus haut. On ne trouve aucune trace d'hypoderme ni d'épiderme, mais seulement, dans les sillons existant entre les mamelons, des traces d'une couche de liège qui a été vraisemblablement enlevée dans les autres parties plus exposées à l'usure.

» Sur cinq coupes transversales prises à des niveaux différents, les faisceaux vasculaires se sont montrés, dans la région centrale, indépendants et ne se rattachant à aucun axe vasculaire. Chacun d'eux se divise, dans le court trajet allant du centre à l'écorce moyenne, d'abord en deux, puis en cinq cordons libéro-ligneux distincts, chacun muni d'un endoderme; ils sont disposés en V; celui qui en occupe la pointe tournée vers l'extérieur est plus petit que les autres; autant qu'on en peut juger, ils sont collatéraux; l'ensemble est entouré d'une gaine commune; ils restent tels jusqu'à leur entrée dans les appendices; cependant en pénétrant dans l'écorce moyenne ils s'augmentent sur le côté externe d'une bande de *parichnos*, formée de cellules allongées à minces parois, à sections rectangulaires; le centre de la bande est souvent déchiré ou détruit, quelquefois occupé par des cellules arrondies qui paraissent remplies d'un produit de sécrétion.

» Deux faisceaux voisins forment entre eux, à leur sortie, un angle de 135° environ, ce qui donne pour l'ordre phyllotaxique la fraction $\frac{3}{8}$. La région la plus curieuse des faisceaux vasculaires est leur extrémité tournée vers l'axe; les cinq cordons libéro-ligneux, après s'être réunis en un seul en confondant leurs éléments vasculaires, s'atténuent rapidement; les vaisseaux rayés diminuent de longueur et se continuent en cellules vasiformes rayées et réticulées, ellipsoïdales, mesurant suivant le grand axe 35^{μ} à 53^{μ} et suivant le petit 18^{μ} à 26^{μ}. Toutes les extrémités des faisceaux se terminant de la même manière, il est admissible qu'ils étaient réunis par cette sorte de tissu qui formait ainsi un axe central monostélique, dont les éléments ont été dissociés par un travail bactérien évident.

» La complexité des faisceaux libéro-ligneux éloigne cette tige des *Lepidodendron*, *Lomatophloios* et autres Lycopodiacées houillères; peut-être la rapprocherait-elle de certaines Fougères, mais dans les Fougères arborescentes les racines se montrent de bonne heure et partent presque du sommet de la tige. Il n'y en a pas de trace dans notre échantillon. De plus, les mamelons superficiels sont plus longs à la base de la tige qu'au sommet chez les Fougères; c'est l'inverse dans la tige fossile. Nous ne connaissons aucun axe ligneux construit sur le type que nous venons de décrire.

» En l'absence de documents plus complets, nous le considérons comme une forme nouvelle, à laquelle nous donnons le nom de *Adelophyton Jutieri* (¹). »

(¹) De Ἄδηλος, imparfaitement connu; φυτόν, plante.

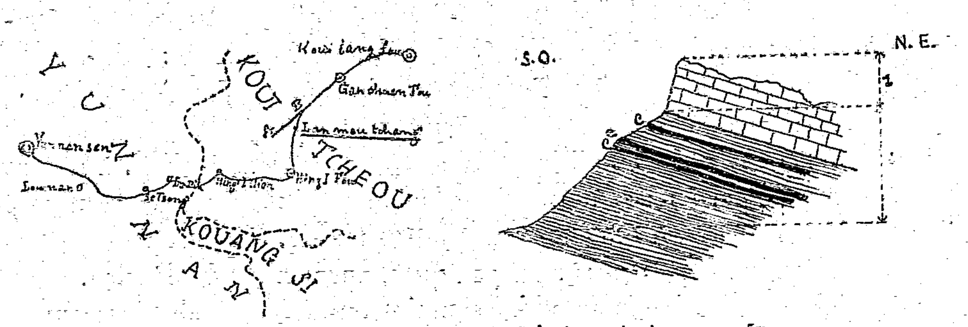
GÉOLOGIE. — *Sur la présence d'un gisement d'anthracite dévonien au Koui-tcheou (Chine).* Note de M. **G.-H. Monod**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« L'examen des fossiles que nous avons rapportés des provinces méridionales de la Chine a été fait sous la direction et avec l'aide de notre Maître, M. G. Vasseur, directeur du laboratoire de Géologie de l'Indo-Chine.

» Nos recherches ont montré qu'il y a, en plusieurs points situés dans les provinces du Yun-nan et du Koui-tcheou, des schistes dévoniens très fossilifères, comme l'a déjà montré M. Douvillé (*Comptes rendus*, 26 février 1900). Les genres les plus abondamment représentés dans ces gisements sont : *Streptorhynchus, Orthis, Rhynchonella, Pentamerella, Pentamerus, Cyrtia, Atrypa, Athyris*, etc., avec des Trilobites et des débris de Poissons.

» Le village de Lan-mou-tchang, dans le Koui-tcheou, est situé à peu près à moitié route entre les préfectures de Hing-i et de Gan-chuen. On y observe un gisement de charbon exploité par les Chinois. Les couches de combustible sont situées dans un mamelon composé de schistes dont le ton varie du gris clair au gris presque noir. Les schistes sont surmontés par une formation calcaire.

» Les lits de charbon se trouvent intercalés dans les schistes; leur pendage est d'environ 20° vers le Nord-Est. La roche encaissante est très riche



AB. Direction de la coupe.

1. Calcaires; épaisseur = 15ᵐ.
2. Schistes; épaisseur au-dessus de la plaine = 28ᵐ. (Épaisseur totale indéterminée).
C. Couches de charbon.

en débris organiques. Les fossiles se montrent identiques au mur et au toit

des couches charbonneuses. Ce sont principalement des Brachyopodes du genre *Streptorhynchus;* ce genre est représenté par une assez grande variété d'espèces, qui paraissent être en grande partie spéciales. On y trouve aussi quelques Trilobites, et il convient d'insister tout particulièrement sur le genre *Phacops*, qui, joint aux autres fossiles du gisement, indique d'une façon indubitable le niveau qu'il faut assigner aux sédiments qui le renferment et, par suite, aux couches de charbon interstratifiées dans ces formations (¹).

» Comme l'on doit s'y attendre, étant donné l'âge du gisement, le charbon de Lan-mou-tchang est un anthracite. Voici, d'ailleurs, l'analyse de ce combustible. Nous la devons à M. Albert Monod, directeur de la maison Worms à Marseille. L'analyse a été faite par M. Estienne, ingénieur chimiste de la maison :

Humidité	0,50
Matières volatiles	8,75
Cendres	10,40
Carbone fixe	80,35
	100,00

» On voit que la teneur en cendres est assez élevée. Cela tient sans doute à la présence d'une certaine quantité de soufre; ce minéral existe, en effet, au voisinage du gisement. On trouve dans les schistes des cubes de pyrite de fer, et dans les assises calcaires qui surmontent le schiste, on observe une petite fente tapissée de cinabre, qui a été exploitée par les Chinois.

» L'importance du gisement d'anthracite est assez grande. L'extraction se fait au moyen de trois galeries très étroites, dont l'une atteignait, au moment de notre passage, une profondeur de 3 li, c'est-à-dire environ $1^{km},500$.

» Lan-mou-tchang est le seul point où nous avons trouvé des fossiles nettement dévoniens au contact même des charbons. Mais rien ne prouve que des gisements du même âge n'existent pas ailleurs. Plusieurs gîtes de combustible se présentent dans des conditions stratigraphiques paraissant absolument semblables à celles que nous venons de décrire. Toutefois, nous n'émettrons pas d'hypothèse que la paléontologie ne nous permette de confirmer sûrement, et nous nous contenterons de signaler qu'il existe, au moins en un point, un gisement de charbon incontestablement dévonien.

» M. Zeiller, Ingénieur en chef au corps des Mines, a montré déjà, d'après les échantillons rapportés par M. l'Ingénieur en chef au corps des

(¹) M. Douvillé, dans la Note citée plus haut, attribue les schistes de Lan-mou-tchang au Carbonifère.

Mines Leclère et par nous-même, que « la Chine renferme de nombreux » gîtes de charbon, d'importance inégale, appartenant les uns au terrain » houiller, les autres à la portion inférieure et moyenne du terrain jurassique » ([1]).

» Le gisement de Lan-mou-tchang prouve que l'extension verticale des charbons est plus grande qu'on ne le croyait. Cette extension doit être augmentée encore, si l'on veut tenir compte des lignites tertiaires que nous avons trouvés à Ma-pé-kai, dans l'Est du Yun-nan. Ces lignites sont accompagnés par toute une faune de Gastropodes lacustres, parmi lesquels dominent les Planorbes. On sait d'ailleurs, d'après les travaux de M. Zeiller, que des lignites, probablement pliocènes, existent aussi au Tonkin, dans la région d'Yen-Bay, où ils sont compris dans des schistes argilo-gréseux à Tulotomes et à végétaux dicotylédones.

» On voit donc que les charbons se sont formés, en Chine, aux époques dévonienne et carbonifère, pendant une partie des temps jurassiques, et dans certaines lagunes tertiaires. »

PISCICULTURE. — *Culture et reproduction du Saumon* (Salmo Salar) *en eau douce.* Note de M. **Jousset de Bellesme**, présentée par M. Alfred Giard.

« La question de savoir si l'on doit regarder le Saumon comme un poisson de mer ou d'eau douce a été souvent agitée, et, bien que ses affinités zoologiques le rattachent étroitement à une famille dont presque tous les représentants ont une existence fluviale, néanmoins le fait de ne pouvoir pondre sans aller à la mer a pu inciter quelques-uns à croire que ce pouvait être un poisson de mer ayant pris des habitudes d'eau douce, ou un Salmonide véritable s'étant progressivement habitué à l'eau de mer.

» J'ai entrepris d'élucider expérimentalement, au moyen d'un élevage artificiel, dans les bassins de l'Aquarium du Trocadéro, la question de savoir si l'opinion généralement admise, que le Saumon ne peut reproduire sans aller à la mer, est absolument exacte. Quelques auteurs ont émis des doutes à ce sujet, mais les rares faits allégués n'offrent pas un caractère de certitude expérimentale bien établie.

([1]) *Sur quelques plantes fossiles de la Chine méridionale* (*Comptes rendus*, 22 janvier 1900).

» Le 24 novembre 1890, je me procurai un millier d'œufs de *Salmo Salar* bien embryonnés. Ces œufs mis en incubation à l'Aquarium du Trocadéro donnèrent naissance, le 7 et le 8 décembre, à 627 alevins qui furent élevés à part avec beaucoup de soin.

» Ils prospérèrent rapidement, très distincts de nos autres Salmonides par leur grande nageoire dorsale arrondie.

» Le 1er juin 1891, les plus gros mesuraient de 8^{cm} à 9^{cm}. Ils étaient de taille très inégale et une centaine des plus chétifs avaient succombé, de sorte qu'à la fin de 1891 il n'en restait plus qu'environ 500, très vigoureux.

» L'élevage se poursuivit régulièrement, sans incidents notables, mais avec une diminution de nombre marquée. En décembre 1892 ils atteignaient en moyenne la taille de $0^{m},40$. Il n'en existait plus qu'une cinquantaine. Ils étaient très allongés et souvent portaient de larges ulcérations tapissées de *Saprolegnia*, soit sur la tête, soit sur le dos, accident qui provenait de ce qu'ils sautaient constamment dans la chute d'eau et se blessaient au bec du déversoir. On dut, pour les protéger, adapter un filet en avant du déversoir.

» A partir de cette époque leur taille resta stationnaire, malgré une alimentation abondante, et beaucoup commencèrent à s'effiler et à dépérir.

» Pendant les deux années suivantes ils moururent peu à peu sans qu'aucun symptôme de reproduction se montrât, et en décembre 1894 il n'en restait plus aucun.

» Cet échec ne me découragea pas, et je songeai à recommencer l'expérience en modifiant les conditions premières, principalement en ce qui concernait l'alimentation.

» Au mois de janvier 1895, je fis venir de Bâle mille œufs. L'incubation, l'éclosion, l'alevinage se firent avec la même facilité que la première fois, et vers la seconde année le même arrêt dans le développement se produisit, lorsque ces poissons arrivèrent à la taille d'une quarantaine de centimètres. La mortalité fut grande et continue.

» En novembre 1898, trois ans après, il ne subsistait plus que six individus, deux mâles et quatre femelles. Or, vers cette époque, j'observai sur les deux mâles et sur deux des femelles une modification dans la pigmentation du tégument qui me fit penser que la reproduction si longtemps attendue allait enfin se produire.

» En effet, le mois suivant, les autres signes du frai ne laissant pas de doutes, il fut procédé à la ponte et à la fécondation des œufs. J'obtins de ces deux femelles près de deux mille œufs, mais la moitié resta non fécondable.

» Mille se fécondèrent très bien; ils étaient tout à fait incolores, un peu petits. Mis en incubation, ils se développèrent et donnèrent naissance à de beaux alevins.

» Les femelles survécurent à la ponte pendant plusieurs mois, puis moururent dans le cours de l'année 1899.

» En décembre 1899, les deux femelles qui n'avaient pas encore donné d'œufs offrirent les mêmes symptômes que les premières et pondirent. On les laissa pondre librement dans leur bassin, parce que nous tenions à conserver les poissons vivants en vue de l'Exposition de 1900 où, en effet, ils ont figuré, ainsi que les deux mâles, et ont été fort remarqués par les pisciculteurs étrangers.

» Les alevins nés en décembre 1898 ont aujourd'hui une trentaine de centimètres. Ils sont au nombre d'une centaine, très bien portants, et l'on n'observe pas chez eux de mortalité.

» Cette expérience, qui modifie profondément les idées couramment admises sur la reproduction du *Salmo Salar*, et qui n'a pas demandé moins de dix années d'efforts, va être poursuivie; je ne doute pas qu'en décembre 1902, ou, au plus tard, en 1903, nous n'obtenions une troisième génération de Saumons qui deviendra le point de départ d'un élevage régulier de ces poissons en eau douce.

» Il sera intéressant de voir si, après quelques générations, la taille de ces poissons, qui est restée jusqu'ici celle du *Grilse*, c'est-à-dire 40^{cm} à 45^{cm}, n'augmentera pas au fur et à mesure que le besoin d'aller à la mer sera moins vif.

» En tout cas, nos expériences démontrent péremptoirement que la culture et la reproduction du *Salmo Salar* en eau douce exclusivement sont possibles, ce qui donne lieu de croire que, si l'habitude prise par cette espèce d'aller à la mer est favorable à son développement, elle n'est ni très ancienne ni absolument nécessaire à sa reproduction. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la constitution du sol des grands fonds océaniques.* Note de M. J. Thoulet.

« Les soixante fonds analysés qui servent de base aux présentes conclusions ont été recueillis par S. A. S. le Prince de Monaco, pendant ses campagnes océanographiques autour des Açores et dans la partie de l'Atlantique septentrional comprise entre ces îles, le cap Finistère, la France, l'Espagne et le Portugal, le Maroc et Madère. Ils proviennent de profondeurs variant entre 690^{m} et 5530^{m}.

» Ils ont été dosés mécaniquement, c'est-à-dire triés aux tamis 30, 60 100 et 200, selon la méthode que j'ai précédemment indiquée, et partagés en sable gros, moyen, fin, très fin et vase; ils ont été ensuite attaqués par l'acide chlorhydrique étendu, et tamisés de nouveau.

Les analyses, terminées et réduites à 100 de matière, ont servi d'abord à dénommer les fonds d'après la nomenclature établie par moi. Les résultats étant disposés en forme de Tableaux, lorsqu'on a voulu vérifier sur eux une loi quelconque de distribution, il a suffi de les grouper d'une manière convenable et de prendre les moyennes des données numériques suscep-

tibles de mettre en lumière la loi soupçonnée, soit par une affirmation, soit par une négation, grâce à l'application d'une véritable méthode statistique.

» C'est ainsi que, dans les limites de généralisation résultant du nombre des échantillons analysés, savoir : 4 compris entre 690^m et 1000^m, 23 entre 1000^m et 2000^m, 13 entre 2000^m et 3000^m, 9 entre 3000^m et 4000^m, 6 entre 4000^m et 5000^m et 5 entre 5000^m et 6000^m, les lois suivantes ont été vérifiées. Elles complètent et précisent celles que j'ai déjà énoncées à propos de mes analyses antérieures des fonds recueillis par moi au nombre de 21 en 1895 dans le golfe de Gascogne et de 43 en 1897 dans l'Iroise.

» Dans les petits fonds inférieurs à 100^m de l'Iroise; le gravier existe à peu près partout, les grains de sable de diverses grosseurs sont très irrégulièrement distribués et la vase est extrêmement rare. Les sables fins et très fins sont les plus abondants.

» Dans les grands fonds, il n'y a pas de gravier; les grains gros, moyens et fins sont peu abondants, les très fins plus abondants et la vase prédomine.

» Nulle part on ne constate de relation entre la proportion des grains ou de la vase et la profondeur.

» Les grains minéraux non calcaires, gros, moyens ou fins, provenant des continents s'éloignent peu des rivages. A l'état de grains très fins et surtout de fins-fins, c'est-à-dire d'un diamètre au-dessous de 0^{mm},1, ils sont distribués uniformément sur le lit océanique tout entier. L'abrasion mécanique par l'action des vagues s'effectue le long de la côte, où la mer est peu profonde, et les fines parcelles qui en résultent sont immédiatement enlevées et emportées au loin.

» La teneur en calcaire décroît à mesure que le sable augmente de finesse, dans les petits fonds. Dans les grands fonds, elle est à peu près uniforme dans les sables gros, moyens et fins; elle diminue ensuite dans les très fins et est minimum dans la vase. Mais plus la vase est profonde, plus elle est riche en calcaire.

» En s'en tenant aux échantillons analysés, la proportion totale de calcaire croît avec la profondeur; il est probable que cette augmentation n'est qu'apparente et que la répartition du calcaire tient à d'autres causes. Quoi qu'il en soit, les chiffres trouvés s'accordent mal avec l'hypothèse si souvent formulée d'une disparition du calcaire à partir d'une certaine profondeur.

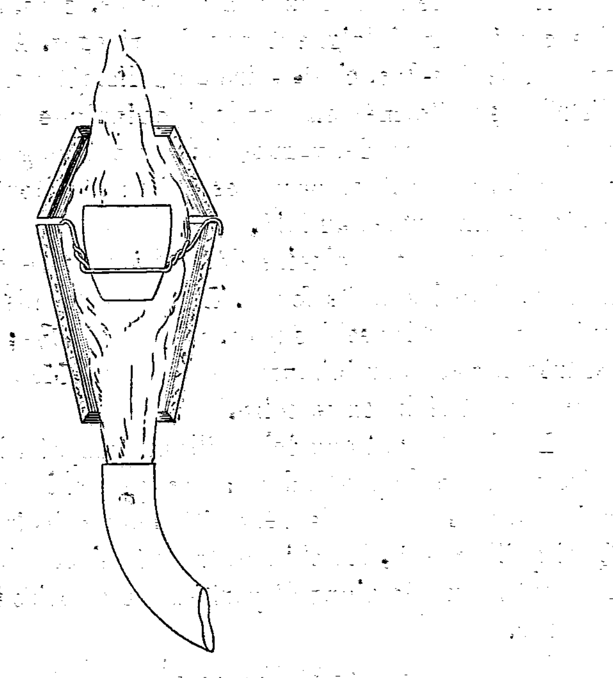
» Dans certains cas assez rares, il semble que les grains minéraux soient enveloppés par du calcaire, de telle sorte que le degré de finesse des grains d'un dépôt augmente après qu'on a traité celui-ci par un acide.

La proportion de calcaire contenue dans un échantillon n'ayant de rela-

tion ni avec la profondeur ni, d'une manière générale, avec la distance à la terre, il en résulte que ce calcaire n'est point d'origine détritique, mais chimique et surtout organique. La constitution du sol sous-marin est donc en relation avec les phénomènes superficiels. On se trouve ainsi amené à constater que, pour l'hydrosphère, de même que pour la lithosphère et l'atmosphère, la zone de variabilité et d'activité est restreinte à une calotte d'épaisseur plus ou moins grande, selon les localités, quoique relativement faible et comprenant la surface entière du sphéroïde terrestre. Au delà d'une certaine limite, les variations de tout genre s'atténuent de plus en plus et finissent par s'anéantir, de sorte qu'un équilibre permanent s'établit. »

CHIMIE. — *Sur un petit four de laboratoire.* Note de M. **Albert Bruno**, présentée par M. Schlœsing.

« Quand on chauffe un creuset de laboratoire avec la flamme d'un bec Bunsen, on peut élever beaucoup la température atteinte, en entourant le



creuset d'une enveloppe peu conductrice. Divers dispositifs ont été employés dans ce but. Il est possible d'y arriver d'une manière extrêmement simple en faisant usage de deux cônes de tôle mince, juxtaposés par leurs grande

bases et renfermant le creuset dans l'espace qu'ils comprennent, si l'on a soin de revêtir intérieurement la tôle d'une épaisseur de carton d'amiante de quelques millimètres.

» L'appareil devient alors d'une simplicité telle qu'il est facile de le construire dans tout laboratoire.

» D'après les essais que j'ai faits, il a en outre l'avantage de fournir en quelques instants une température plus élevée que les enveloppes de terre réfractaire.

» En dix minutes, 10^{gr} de carbonate de chaux sont intégralement transformés en chaux vive, et cela sans le secours d'une soufflerie. »

M. **Th. Tommasina** adresse, par l'entremise de M. *Cornu*, un Travail intitulé : « Contribution à la théorie de la cohérence. »

D'après les résultats d'expériences faites avec des cohéreurs particuliers, l'auteur arrive à la conclusion suivante : « .... La cause de l'équilibre instable est donc l'intervention de particules polarisées d'oxyde, s'interposant entre les contacts métalliques et formant des points moins bons conducteurs sous l'action des ondes hertziennes. »

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 janvier 1901.

(*Suite.*)

Meteorological observations made at the Adelaide Observatory, and other places in South Australia and the Northern Territory during the year 1897, under the direction of Charles Todd. Adélaïde, 1900; 1 vol. pet. in-f°.

Publications of the Astronomical Laboratory at Groningen, edited by Prof. J.-C. Kapteyn; n°s 1, 2, 3. Groningue, 1900; 2 fasc. in-4°.

Nederlandsch kruidkundig Archief; 3 ser., deel II, st. 1. Nimègue, 1900; 1 vol. in-8°.

Bulletin mensuel du Magnétisme terrestre de l'Observatoire royal de Belgique; Avril-Octobre 1900. Bruxelles, 1900; 8 fasc. in-18.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 janvier 1901.

Analyse infinitésimale à l'usage des Ingénieurs, par Eugène Rouché, Membre de l'Institut, et Lucien Lévy; t. I. *Calcul différentiel.* Paris, Gauthier-Villars, 1900; 1 vol. in-8°. (Hommage des Auteurs.)

Cours de Botanique, par MM. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, et Leclerc du Sablon, *à l'usage des Élèves des Universités, des Écoles de Médecine et de Pharmacie, et des Écoles d'Agriculture;* t. I, fasc. 1. Paris, Paul Dupont, 1901; 1 vol. in-8°. (Hommage des Auteurs.)

Flore de France ou description des plantes qui croissent spontanément en France, en Corse et en Alsace-Lorraine, par G. Rouy et J. Foucaud (t. I-III), continuée : t. V, par G. Rouy, et t. VI, par G. Rouy et E.-G. Camus. Asnières-Paris, 1899-1900; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Guignard.)

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron et E. Vallin; n°s 1-3, 8-22 janvier 1901. Paris, Masson et Cie; 3 fasc. in-8°.

Annales des Maladies de l'Oreille, du Larynx, du Nez et du Pharynx, publiées par A. Gougenheim et M. Lermoyez; t. XXVII, n° 1, janvier 1901. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Journal de la Société contre l'Abus du Tabac, 25e année, n° 1, janvier 1901. Paris; 1 fasc. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut; t. XXVII, n° 1. Paris, Masson et Cie, 1901; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-lettres et Arts d'Orléans; 2e série, t. XXXVIII, n° 1. Orléans, G. Michau et Cie, 1900; 1 fasc. in-8°.

Société nationale d'Horticulture de France. Congrès d'Horticulture de 1901 *à Paris.* Paris, impr. L. Maretheux; 1 feuillet in-8°.

Correspondence. In the matter of the Society of Arts and Henry Wilde, D. Sc., F. R. S., on the award to him of the Albert Medal 1900, *and on the invention of the dynamo-electric machine.* Manchester, 1900; 1 fasc. petit in-8°. (Hommage du Dr Henry Wilde.)

Royal Institution of Great Britain. List of the Members Officers and Professors 1900. Londres, 1900; 1 fasc. in-8°.

Report of the Superintendent of the United States Naval Observatory for the fiscal year ending june 30, 1900. Washington. 1900; 1 fasc. in-8°.

Electrical Review; vol. XXXVIII, n° 2. *Historical Number,* january 12, 1901. New-York; 1 fasc. in-4°.

Publications of the Earthquake investigation Committe in foreing languages; n°s 3, 4. Tokyo, 1900; 2 fasc. in-8°.

Total solar Eclipse of 1900, *may* 28; *Preliminary Reports on the British Government expeditions.* (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society; appendix to vol. LX.) Londres, 1900; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the Royal Institution of Great Britain; vol. XVI, part I, n° 93. Londres, 1900; 1 vol. in-8°.

The Journal of the Franklin Institute devoted to Science and the mechanic Arts; vol. CLI, n° 1, january 1901. Philadelphie; 1 fasc. in-8°.

The Astrological Magazine, edited. by B. Suryanarian Row; vol. V, n° 1, january 1901. Madras; 1 fasc. in-8°.

Bibliothèque Universelle. Archives des Sciences physiques et naturelles; 106e année, 4e période, t. XI, n° 1, 15 janvier 1901. Genève, Lausanne, Paris; 1 fasc. in-8°.

R. Universita Romana. Scuola d'applicazione per gl' Ingeneri: Programmi d'insegnamento pel quinquenno scolastico 1900-1901 *a* 1904-1905 (agosto, 1900). Rome, 1900; 1 fasc. in-8°.

Revue des Questions scientifiques, publiée par la Société scientifique de Bruxelles; 2e série, t. XIX, 20 janvier 1901. Louvain, 1901; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 février 1901.

Les Marines de guerre à l'Exposition universelle de 1900, par L.-E. Bertin. Paris, E. Bernard et Cie, 1901; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'Auteur.)

Stabilité d'un paquebot après un abordage en mer; dispositions propres à prévenir le chavirement, par M. Bertin. Paris, impr. Gauthier-Villars, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Disposition d'équilibre des navires sur la houle, par M. Bertin. (Extr. du *Bull. de l'Association technique maritime,* n° 8; session de 1897.) Paris, impr. Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Traité sur le Phylloxera, ses causes et son remède, etc., par A. Goyat. Charolles, P. Ponçon, 1887, et Mâcon, impr. Romand, 1891; 2 fasc. in-12.

Revue scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France. publiée sous la direction de M. Ernest Olivier; 14e année, n° 157, janvier 1901. Moulins, impr. Étienne Auclaire, 1901; 1 fasc. in-12.

Hardened plates and broken projectiles, by M. L.-E. Bertin; read at the International Congress of Naval Architects and Marine Engineers, at the Imperial Institute, july 6, 1897. Londres, 1897; 1 fasc. petit in-4°.

Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, herausgeg. v. Director H.-C. Vogel. *Photographische Himmelskarte*, Bd II. Potsdam, 1901; 1 fasc. in-4°.

Duty of water in the Gallatin Valley, by Samuel Fortier. (Reprinted from U. S. Department of Agriculture, Office of Experiment Stations, Bull. 86 : The use water irrigation.) S. l. n. d.

Observations météorologiques suédoises, publiées par l'Académie Royale des Sciences de Suède, exécutées et rédigées sous la direction de l'Institut Central de Météorologie, vol. 37; 2e série, vol. 23. 1895, Stockholm, 1900; 1 fasc. in-4°.

Atti della Reale Accademia dei Lincei, anno CCXCIII, 1901; série V. *Rendiconti : Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali*; vol. X, fasc. 1, 1er semestre. Rome, 1901. 1 fasc. in-8°. (*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 14 janvier 1901.)

Page 97, ligne 9, *au lieu de* M. A. Breyde, *lisez* M. A. Breydel.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, **deux volumes in-4°**. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20 fr.** — Départements : **30 fr.** — Union postale : **34 fr.**

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Marche.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Co. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liége	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Petersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15 fr.**
Tomes **92** à **121**. — (1er janvier 1881 à 31 décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... **15 fr.**

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15 fr.**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861 .... **15 fr.**

A la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 5.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 4 février 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1901

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 6 (11 Février 1901).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus.*

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 FÉVRIER 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la génération des hydrocarbures par les carbures métalliques*. Note de M. **Berthelot**.

« Les carbures métalliques appartiennent à plusieurs types, et leur décomposition par l'eau ou les acides étendus engendre divers carbures d'hydrogène, tels que l'acétylène, l'éthylène, le formène, et des carbures liquides moins bien connus. La connaissance de ces carbures métalliques et de leur transformation en hydrocarbures a été fort approfondie par ma découverte des acétylures, préparés au moyen de l'acétylène, et par les belles recherches de M. Moissan sur la production des carbures métalliques dans le four électrique. Je me propose aujourd'hui de jeter quelque lumière nouvelle sur les conditions thermochimiques qui président à ce mode de génération des carbures d'hydrogène.

» I. Le type le plus simple des carbures métalliques est celui des acétylures, dérivés de l'acétylène, soit par la substitution à deux atomes d'hydrogène de deux atomes d'un métal monovalent, tels que ceux de potassium C^2K^2, de sodium C^2Na^2, de lithium C^2Li^2, d'argent C^2Ag^2, etc.; soit par la substitution d'un atome bivalent, tel que ceux de calcium C^2Ca, de baryum C^2Ba, etc.

» 1° Parmi ces acétylures, les uns décomposent l'eau en régénérant l'acétylène : nécessairement avec un dégagement de chaleur, déterminé par cette circonstance que la chaleur résultant de la métamorphose de l'acétylure en oxyde, aux dépens de l'eau, surpasse la chaleur absorbée dans la formation de l'acétylène par les éléments. En voici le calcul :

$C^2 + Na^2 = C^2Na^2$ absorbe.	$-8,8$	$C^2 + H^2 = C^2H^2$	$-58,1$
$2(H^2 + O) = 2H^2O$ dégage.	$+138,0$	$2(Na + O + H) = 2NaOH$ diss..	$+225,0$
	$+129,2$		$+169,9$

» On a bien $225 - 129,2 - 58,1$ ou $166,9 - 129,2 = +37,7 > 0$.

» La condition générale pour qu'un acétylure traité par l'eau se change en acétylène est donc la suivante :

» q étant la chaleur de formation de l'acétylure par les éléments;

» r celle de l'oxyde métallique (hydraté),

$$r - q > 196,1 \ (^1).$$

(¹) Cette limite serait abaissée si la réaction produisait du formène, au lieu d'acétylène, C^2H^2 étant remplacé par $\frac{1}{2}CH^4 + \frac{3}{2}C$; c'est-à-dire en remplaçant $-58^{Cal},1$ par $+9^{Cal},45$; d'où $r - q > 128,55$ seulement. Mais dans cette hypothèse, non seulement le type acétylure serait changé, c'est-à-dire qu'il n'y aurait plus double décomposition régulière; mais il y aurait en outre séparation de carbone libre, circonstance extrêmement rare, si même elle a jamais été constatée dans les réactions opérées par voie humide à la température ordinaire.

Tout au plus pourrait-on obtenir avec certains acétylures des carbures polymères, au lieu de l'acétylène lui-même; par exemple la benzine, $\frac{1}{3}C^6H^6$. Pour cette dernière, il suffit d'avoir $r - q > 142$. Certains acétylures métalliques fournissent, en effet, des carbures condensés, liquides ou même solides.

Dans le cas où le carbure métallique contient un excès de métal libre ou combiné, la décomposition de l'eau fournit un excès d'hydrogène, susceptible de donner naissance à des carbures plus hydrogénés que l'acétylène, tels que l'éthylène, l'éthane, voire même le formène; ce qui a lieu en raison de l'équivalence des formules et de l'excès d'énergie, résultant à la fois de la décomposition de l'eau par le métal et de la combi-

» Il est facile de constater que cette relation est vérifiée pour les carbures de lithium, de calcium, etc.

» Mais elle ne l'est pas pour l'acétylure d'argent

$$C^2 + Ag^2 = C^2Ag^2 = q, \text{ c'est-à-dire } -87,15$$
$$Ag^2 + H^2 + O^2 = Ag^2O + H^2O = r \quad » \quad +76$$
$$r - q = +163,15$$

» Aussi l'eau n'est-elle pas en état de décomposer cet acétylure à la température ordinaire. Mais si l'on fait intervenir l'acide chlorhydrique étendu, la réaction devient possible, la formation de 2 molécules de chlorure d'argent, 2AgCl, accroissant le nombre précédent de $+41^{Cal},2$; ce qui le porte à $+204^{Cal},35$.

» Avant de discuter les réactions observées avec les autres carbures métalliques, je rappellerai encore quelques autres observations.

» 2° Si l'acétylure alcalin renferme un excès de métal (libre ou combiné), cet excès décompose une proportion d'eau supérieure aux deux molécules qui interviennent dans la réaction fondamentale; il en dégage de l'hydrogène, lequel s'unit avec une partie de l'acétylène, pour le changer en éthylène C^2H^4, et en éthane C^2H^6. Ces deux réactions sont déterminées par une double circonstance, la chaleur dégagée par la décomposition de l'eau qu'effectue le sodium (+43,4) et la chaleur dégagée par l'union de l'hydrogène libre avec l'acétylène pour constituer soit l'éthylène (+43,5), soit l'éthane (+89,4). Les deux énergies s'ajoutent pour concourir au phénomène. De là résulte un mélange d'acétylène, d'éthylène, d'éthane, dont la proportion relative dépend des conditions locales de l'attaque du carbure par l'eau.

» Quant aux acétylures attaquables par les acides, ou les alcalis, avec dégagement de chaleur, tels que l'acétylure cuivreux, dans le cas où l'on fait intervenir pour cette attaque un métal susceptible de fournir de l'hydrogène avec dégagement de chaleur, le zinc, par exemple, on sait que l'éthylène se régénère au lieu d'acétylène : c'est même ainsi que j'ai effectué la synthèse de l'éthylène. Elle résulte également d'un concours d'énergies thermochimiques.

---

naison de cet excès d'hydrogène avec les éléments de l'acétylène. Ces cas seront examinés plus loin, en parlant des carbures d'aluminium et de manganèse.

On examinera aussi le cas où l'hydrogénation résulte d'un défaut d'équivalence entre la formule du carbure métallique et celle de l'oxyde qui prend naissance.

» 3° Enfin, certains oxydes métalliques, susceptibles de décomposer l'eau avec dégagement de chaleur sous de faibles influences, opèrent à froid la transformation de l'acétylène en éthylène. Ainsi, j'ai observé que les sels chromeux dissous dans l'ammoniaque absorbent l'acétylène, puis donnent lieu presque immédiatement à une production d'éthylène pur; les deux phénomènes étant accompagnés par un dégagement de chaleur.

» Si j'ai rappelé ces diverses réactions des acétylures précédemment étudiés, c'est afin d'en montrer l'application aux réactions des autres carbures métalliques.

» Les uns de ces carbures, tels que ceux du groupe du cérium, répondent encore au type des acétylures; les autres, tels que les carbures d'aluminium, d'uranium, de manganèse (déjà connus par les travaux de MM. Troost et Hautefeuille), ont des formules d'un autre type. Or la décomposition de ces carbures par l'eau, ou par les acides étendus, donne, d'après M. Moissan, des produits différents de ceux du premier groupe.

» Avec le carbure d'aluminium, par exemple, la décomposition à froid est lente et fournit uniquement du formène, CH^4, au lieu d'acétylène.

» Avec le carbure de manganèse et l'eau, on obtient un mélange de formène et d'hydrogène.

» Avec le carbure de cérium et analogues, il se dégage un mélange d'acétylène (entre les deux tiers et les trois quarts du volume gazeux), de formène (un quart à un cinquième), mêlés à une petite quantité d'éthylène et à quelques centièmes de carbures liquides. Avec le carbure d'uranium, le formène domine, mêlé d'hydrogène, avec un peu d'éthylène, une trace d'acétylène; les deux tiers du carbone constituant des carbures liquides et solides.

» Or pour essayer de se rendre compte de la diversité de ces résultats, il convient de faire intervenir à la fois celle des formules et celle des quantités de chaleur mises en jeu dans les transformations, comme je l'ai établi précédemment pour les acétylures alcalins et l'acétylure d'argent.

» II. Commençons par les carbures qui produisent du formène, au lieu d'acétylène. Le carbure d'aluminium en est le type. Il répond à la formule C^3Al^4, dans laquelle les valences saturées du carbone et de l'aluminium sont dans le rapport $C\overset{4}{Al^3}$; aussi la réaction sur l'eau s'exprime-t-elle par l'équation suivante

$$C^3Al^4 + 6H^2O = 3CH^4 + 2Al^2O^3.$$

La chaleur dégagée dans cette réaction ne peut être mesurée directement, parce que la réaction est trop lente, même avec le concours de l'acide chlorhydrique. C'est pourquoi j'ai cru devoir la déduire de la chaleur de formation du carbure d'aluminium. J'ai opéré sur un échantillon de ce composé, de bonne apparence, fourni par la maison Poulenc. Ce produit, en se dissolvant peu à peu dans l'acide chlorhydrique chauffé, laisse un résidu de carbone non combiné, analogue au graphite (¹), et dont le poids s'élevait à 4,74 centièmes sur un échantillon. J'ai mesuré la chaleur de combustion de ce composé dans l'oxygène comprimé, en amorçant la réaction au moyen d'une petite quantité de camphre. Il est, d'ailleurs, assez difficile d'opérer ainsi une combustion totale, le carbure d'aluminium étant doué d'une grande cohésion qui en rend l'inflammation irrégulière : le plus souvent, il reste des produits incomplètement brûlés dans la capsule qui contient le carbure. Voici les résultats les plus exacts, je veux dire ceux obtenus dans des conditions de combustion totale. On a tenu compte du carbone libre, en en déduisant la chaleur de combustion d'après celle du graphite ($+94,8$ pour $C^2 = 12^{gr}$). 1^{gr} de carbure d'aluminium mélangé de carbone a fourni $5712^{cal},0$ et $5765^{cal},4$: moyenne $5738^{cal},7$.

» En déduisant la chaleur de combustion du carbone libre et tenant compte de quelques impuretés, il est resté $5362^{cal},2$ pour $0^{gr},9375$ de carbure d'aluminium réel, et par conséquent pour

$C^3Al^4 = 144^{gr}$ .... $+824^{Cal}$,

ce corps étant brûlé avec formation d'acide carbonique gazeux et d'alumine anhydre, laquelle se présente à l'état fondu, inattaquable par l'acide chlorhydrique.

» D'autre part,

3C (diamant) brûlés donnent..........	$94,3 \times 2 =$	282,9
4Al changés en Al^2O^3 (hydrate précipité).	$393,0 \times 2 =$	786,0
		1068,9

» Cependant l'aluminium, se changeant en alumine anhydre, dégage une quantité de chaleur un peu différente de celle qui résulte de la formation de l'hydrate d'alumine. Soit 2ε l'excès positif ou négatif pour Al^2O^3; ε ne correspondant pas à un chiffre très élevé, suivant les analogies; d'après

(¹) Mais ne fournissant pas d'oxyde graphitique dans mes expériences.

quelques essais que j'ai faits sur la combustion vive de l'aluminium, 2ε serait voisin de $-13^{Cal},5$ ([1]).

» En résumé :

La combustion des éléments (opérée à haute température) dégagera	$+1068^{Cal},9-2\varepsilon$
en retranchant la chaleur de combustion du carbure....	-824
on voit que $C^3+Al^4=C^3Al^4$ dégagent	$+244,9-2\varepsilon$

» Ce chiffre est considérable; il explique la grande stabilité du carbure d'aluminium et la difficulté que l'on rencontre pour le brûler, ou le décomposer. Rapporté à 1 atome d'aluminium, il fournit pour la combinaison du carbone avec ce métal :

$$+61,2;$$

valeur bien inférieure à la chaleur d'oxydation d'un atome du même métal :

$$+196,5;$$

mais qui approche de sa combinaison avec l'iode : $+70,3$, et avec le soufre : $+63,2$.

» Si on le rapporte à un atome de carbone, on trouve

$$+81,6,$$

valeur qui n'est que de peu inférieure à la chaleur d'oxydation de cet élément (sous forme de diamant) lorsqu'il produit l'acide carbonique :

$$+94,3.$$

Elle approche de la chaleur de combinaison d'un atome avec le chlore ($+75,4$, CCl^4 liquide).

» Au contraire, elle surpasse de beaucoup la chaleur de combinaison

---

([1]) L'aluminium employé a fourni à l'analyse $Al=99,5$ et $99,6$.

La combustion de ce corps est très difficile. On ne l'a réussie, même dans l'oxygène comprimé, qu'en l'associant avec un poids de carbure d'aluminium voisin de celui du métal libre. Deux bonnes expériences ont fourni pour 54^{gr} du métal libre changé en alumine fondue

376 et 383, en moyenne........................ $379^{Cal},5$;

au lieu de 393^{Cal} répondant à son changement en alumine précipitée et hydratée.

d'un atome de carbone avec l'hydrogène (+ 18,9 au maximum dans le formène).

» Comparons encore l'oxygène et le carbone, dans leurs combinaisons équivalentes avec l'aluminium d'une part, avec l'hydrogène d'autre part :

					Différ.
O saturé par	H^2	en formant	H^2O gaz dégage.	+ 58,1	62,9
	$Al^{\frac{2}{3}}$		$Al^{\frac{2}{3}}O$ solide	+ 131,0	
C saturé par	H^4	en formant	CH^4 gaz dégage.	+ 18,9	62,7
	$Al^{\frac{4}{3}}$		$CAl^{\frac{4}{3}}$ solide.....	+ 81,6	

A un même nombre d'atomes d'oxygène et de carbone, par exemple, un atome d'oxygène étant pris comme terme de comparaison, l'écart théorique rapporté à un atome de carbone est, on le voit, sensiblement le même.

» Mais, si on le compare au même nombre d'atomes d'hydrogène (ou d'aluminium) de part et d'autre, l'écart sera moitié moindre pour le carbone que pour l'oxygène.

» Quoi qu'il en soit de ces rapprochements, les valeurs thermiques sont telles qu'elles rendent aisément compte de la production du formène par l'action de l'eau sur le carbure d'aluminium. En effet,

$$C^3Al^4 + 6H^2O = 3CH^4 + 2Al^2O^3 \text{ hydratée dégage.... } + 178,8 + 2\varepsilon.$$
$$-[(244,9 - 2\varepsilon + 414) = 663,9 - 2\varepsilon)] + [(3 \times 18,9 = 56,7) + 786 = 842,7].$$

» S'il s'était formé de l'acétylène mêlé d'hydrogène

$$\tfrac{3}{2}C^2H^2 + \tfrac{11}{2}H^2$$

on aurait dégagé seulement + 35 + 2ε.

» S'il s'était formé de l'éthylène mêlé d'hydrogène :

$$\tfrac{3}{2}C^2H^4 + \tfrac{6}{2}H^2 : + 100 + 2\varepsilon.$$

Avec la benzine gazeuse

$$\tfrac{1}{6}C^6H^6 + \tfrac{11}{2}H^2 : + 120 + 2\varepsilon.$$

» Ainsi, la production du formène, dans la réaction de l'eau sur le carbure d'aluminium, répond au maximum thermique. On conçoit dès lors qu'il prenne naissance d'une façon exclusive, attendu que le formène résulte à la fois du dégagement de chaleur maximum, vers lequel tend le système, et de la conservation du type moléculaire, résultant d'une substitution à valences égales. C'est en effet le dernier genre de transformations qui se réalise en général dans les produits initiaux des réactions.

» J'ai insisté à diverses reprises sur ce point, c'est-à-dire sur cette double tendance : d'une part, conservation initiale du type moléculaire dans les doubles décompositions ([1]), mécanisme qui préside à la préparation de la plupart des combinaisons endothermiques; d'autre part, tendance finale des systèmes vers le dégagement de chaleur maximum. Quand ces deux tendances sont satisfaites à la fois, en engendrant des corps suffisamment stables dans les conditions des expériences, la réaction prend un caractère de nécessité ([2]).

» Le carbure de glucinium fournit également du formène pur, probablement par les mêmes raisons que le carbure d'aluminium; mais l'étude thermochimique n'en a pas été faite.

» III. Avec le carbure de manganèse, agissant sur l'eau à la température ordinaire, on obtient non seulement du formène, mais un volume égal d'hydrogène libre ([3]). Or les relations atomiques et les relations thermochimiques concourent pour faire prévoir ces phénomènes. En effet, voici la formule de la réaction :

$$CMn^3 + 6H^2O = 3(MnO.H^2O) + CH^4 + H^2.$$

» Elle montre que l'excès d'hydrogène résulte du défaut d'équivalence entre le carbure et l'oxyde, le premier contenant un excès de manganèse qui décompose l'eau pour son propre compte.

» L'étude thermochimique de la réaction rend compte de ces résultats. En effet la chaleur de formation du carbure de manganèse, d'après les données de M. Le Chatelier ([4]),

$$Mn^3 + C = Mn^3C \text{ dégage} \ldots\ldots \quad +9^{Cal},9$$

d'où résulte la chaleur, Q, dégagée dans la réaction de l'eau :

$C + Mn^3$....................	$+ 9,9$	$3(Mn + O + \text{eau})$. $+95,1 \times 3 =$	$285,3$
$6(H^2 + O^3)$	$+414,0$	$3(H^2 + O)$......	$+207,0$
		$C + H^4$.........	$+ 18,9$
	$+423,9$		$+511,2$

$$Q = 511,2 - 423,9 \ldots\ldots \quad +87,3$$

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 469 et 436. — Cf. États successifs de l'iodure d'argent (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXIX, p. 242, 248; 1883.

([2]) La différence d'entropie étant supposée faible, comme il arrive dans la plupart des réactions énergiques.

([3]) MOISSAN, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. IX, p. 372.

([4]) *Thermochimie : Données et lois numériques*, t. II, p. 270.

» La production de l'acétylène, celle de l'éthylène, celle de l'éthane donneraient lieu à des dégagements de chaleur bien moindres, comme il a été dit plus haut. En effet, depuis les mêmes éléments,

		Cal
$\frac{1}{2}(C^2H^2 + 3H^2)$	répondrait à	$-29,3$
$\frac{1}{2}(C^2H^4 + 2H^2)$ (1)	»	$-7,3$
$\frac{1}{2}(C^2H^6 + 2H^2)$	»	$+11,6$
CH^4	»	$+18,9$

» On ne connaît pas la chaleur de formation des autres carbures métalliques, susceptibles de décomposer l'eau à la température ordinaire.

» IV. Signalons maintenant le carbure de cérium et ses analogues, carbures de lanthane, d'yttrium, etc., dont la formule est pareille.

» Soit le carbure de cérium, C^2Ce. Ce carbure décompose l'eau, en fournissant un mélange d'acétylène qui prédomine (75 à 80 centièmes du volume total des gaz), de formène (20 centièmes environ), avec quelques centièmes d'éthylène et de carbures liquides.

» Ces phénomènes sont évidemment attribuables à la complexité de la réaction, complexité attestée par la production d'un excès d'hydrogène sur la dose contenue dans l'acétylène. En effet, cette dernière seule est corrélative d'une décomposition de l'eau, susceptible de céder tout son oxygène au cérium en formant du protoxyde. Il résulte de la production d'un excès d'hydrogène que l'oxyde de cérium, qui prend naissance dans la réaction,

(1) La formation de carbures d'hydrogène liquides, c'est-à-dire de composés condensés ou polymères, a été signalée en proportion parfois considérable dans l'attaque de certains carbures métalliques (uranium, fer, etc.) par l'eau ou par les acides. Pour donner une idée de leur rôle thermochimique dans la réaction, je rappellerai que la formation des carbures homologues par addition des éléments $C + H^2$ à un carbure plus simple, dégage en moyenne environ 6^{Cal}. Soit donc un carbure $C^m H^{2p}$, formé depuis les éléments avec un dégagement de chaleur Q; la formation d'un homologue, $C^{m+n}H^{2(p+n)}$, dégage environ $Q + 6n$. Si n est très grand, cette quantité tendra à se réduire à $6n$. Appliquons cette relation à la formation des carbures polymères de l'éthylène, les seuls qui ne modifient pas la dose de l'hydrogène mis en jeu dans la réaction de l'eau ou des acides pour former l'éthylène, la substitution de $\frac{1}{n} C^{2n}H^{4n}$ à C^2H^4 tend à remplacer, pour n suffisamment grand, la chaleur de formation $-14^{Cal},6$ de l'éthylène par la valeur limite $+12$; ce qui ramène la formation du système $\frac{1}{2n} C^{2n}H^{4n} + 2H^2$ depuis les éléments vers le chiffre $+6$.

La formation des polymères ou carbures condensés de l'éthylène accroît donc la chaleur dégagée, mais sans atteindre celle du formène.

est constitué par un mélange de protoxyde, CeO, et d'oxydes supérieurs. En effet, s'il y avait uniquement formation de protoxyde, on devrait obtenir de l'acétylène pur

$$C^2Ce + H^2O = C^2H^2 + CeO \text{ hydraté};$$

mais dès qu'il se forme un oxyde supérieur, tel que Ce^2O^3, ou plutôt une combinaison de ce corps avec le protoxyde, il en résulte de l'hydrogène excédant, qui se combine à une portion des éléments de l'acétylène pour fournir surtout du formène et, simultanément, quelque dose d'autres carbures moins hydrogénés, composés spéciaux dont la formation est sans doute corrélative de la condensation moléculaire de ces oxydes intermédiaires.

» Arrêtons-nous à ces résultats, qui montrent comment les produits se compliquent, dès que les carbures métalliques ne fournissent plus, en étant décomposés par l'eau, des oxydes de composition correspondant à celle des carbures; *a fortiori*, si ces carbures eux-mêmes constituent des mélanges, ou des composés polymérisés. Il suffira d'avoir établi la corrélation existant entre les propriétés chimiques et thermochimiques et la formation de l'acétylène, ou du formène, pour les carbures métalliques qui ont été l'objet d'une étude approfondie et qui donnent lieu à des réactions simples. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Observations sur la dissolution des métaux solides dans le mercure et plus généralement dans les autres métaux fondus;* par M. **Berthelot**.

« Les physiciens ont souvent remarqué que le mot *dissolution*, appliqué à la répartition uniforme d'un métal solide dans un métal liquide, le mercure par exemple, n'était pas strictement assimilable à la dissolution, telle qu'on l'entend d'ordinaire pour les sels ou autres corps composés dissous dans l'eau. Les propriétés électrolytiques, notamment, sont tout à fait différentes. C'est plutôt une sorte de désagrégation moléculaire, subie par le métal solide, qui se délaye et se dissémine au sein du métal liquide, en contractant d'ailleurs avec lui certains alliages ou combinaisons définies, parfois cristallisables.

» De là résulte une sorte d'état mixte du métal ou de l'alliage, réputé dissous : il constitue en réalité une sorte de mélange, demi-liquide, demi-solide, disséminé d'une façon uniforme au sein de la masse métallique principale, à la façon d'une émulsion. Il arrive même parfois qu'un

amalgame tout formé, après s'être redissous dans le mercure, s'en sépare à la longue, à la façon d'un corps coagulable. La solidification spontanée de certains amalgames pâteux, employée par les dentistes et qui durcissent au bout de quelque temps, peut être rapprochée également des phénomènes de coagulation.

» L'action d'une petite quantité de mercure, pour pénétrer peu à peu l'or, l'argent, le cuivre, le zinc, etc., les amollir, les gonfler, les désagréger et les rendre fragiles, ne représente pas davantage un phénomène de dissolution proprement dite. Bref, parmi les effets observés dans la réaction d'un métal fondu, tel que le mercure, sur les autres métaux, il en existe une multitude qui se rapprochent tant de la réaction de l'eau sur les corps colloïdaux, organiques ou minéraux, que des caractères des émulsions, et qui ne répondent pas davantage à la notion d'un coefficient défini de solubilité.

» La façon dont le mercure est éteint, amorti, par son mélange avec un grand nombre de corps, offre aussi quelque chose de particulier. On observe dans toutes ces circonstances des modes multiples d'association entre un solide et un liquide, accompagnés de modifications plus ou moins considérables dans les tensions superficielles et les actions capillaires.

» Si j'ai cru utile de préciser ces circonstances, c'est afin de rappeler que les données thermochimiques de mes expériences sur les chaleurs de transformation des états allotropiques de l'argent, et sur les chaleurs de formation des amalgames d'argent, sont indépendantes de toute définition relative à la constitution des prétendues dissolutions métalliques. En effet, toutes mes expériences ont été exécutées en mettant un poids constant d'argent (2^{gr}) en présence d'un poids considérable, mais également constant, de mercure (1313^{gr}), et en établissant avec le plus grand soin une dissémination uniforme et homogène de l'argent, dissous ou combiné au sein de la masse mercurielle. Dans ces conditions, il est essentiel d'observer que, l'état final étant absolument identique pour tous les systèmes, la chaleur dégagée exprime rigoureusement les différences d'énergie entre les états initiaux des divers corps mis en expérience. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la précession.* Extrait d'une Lettre de M. O. Backlund à M. Poincaré.

« Je vous suis très reconnaissant pour avoir appelé l'attention sur l'erreur commise dans ma Note sur la précession. En effet, il m'avait

échappé que, par des approximations successives, le second terme du membre droit dans

$$\frac{d^2 v_1}{dt^2} = a \sin(at + \varepsilon) + a(v_1 + v_2) \cos(at + \varepsilon) - a v_1 v_2 \sin(at + \varepsilon) \ldots$$

donne naissance à un terme

$$+ a v_1 v_2 \sin(at + \varepsilon),$$

ce qui réduit v_0^2 à zéro (au moins aux quantités d'ordre supérieur).

» Cette erreur élémentaire m'appartient exclusivement.

» Dans votre Note vous considérez l'équation

$$\frac{d^2 \varepsilon}{dt^2} = a\varepsilon \cos(nt + v_0) + b \sin pt.$$

Gyldén considère au début des approximations l'équation

$$\frac{d^2 \varepsilon}{dt^2} = a\varepsilon \cos(nt + v_0) - \frac{1}{2} a\varepsilon^2 \sin(nt + v_0) - \frac{1}{6} a\varepsilon^3 \cos(nt + v_0) + b \sin pt,$$

et parvient à déterminer v_0^2 dans

$$-\frac{b}{v_0^2 + p^2} \sin pt.$$

» La valeur de ρ_0^2 ainsi déterminée est évidemment beaucoup plus petite que $\frac{a^2}{2n^2}$.

» Gyldén dit expressément qu'il est même inutile, pour la détermination de ρ_0^2, de partir de l'équation, où l'on a négligé la deuxième et la troisième puissance de ε. C'est justement ce que vous avez démontré.

» Je serais très reconnaissant, si vous vouliez bien faire insérer ces lignes dans les *Comptes rendus*. Je le dois à la mémoire de Gyldén. »

MÉCANIQUE. — *Sur les chaleurs spécifiques des fluides dont les éléments sont soumis à leurs actions mutuelles*. Note de M. **P. Duhem**.

« Considérons un fluide dont les divers éléments sont soumis aux actions très générales définies dans notre Mémoire *Sur le potentiel thermodyna-*

mique et la pression hydrostatique (¹). Comme dans nos Notes précédentes (²), gardons les notations de ce Mémoire.

» L'entropie $S(\rho, T)\, dm$ d'un élément de masse dm est déterminée par la formule

$$ES(\rho, T) = -\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial T}. \tag{1}$$

La chaleur dégagée dans une modification quelconque par l'élément dm est, en supposant nulle la viscosité,

$$dQ = -T\, dS = \frac{T}{E}\left(\frac{\partial^2\zeta}{\partial\rho\,\partial T}\,\delta\rho + \frac{\partial^2\zeta}{\partial T^2}\,\delta T\right) dm. \tag{2}$$

» La *chaleur spécifique à densité constante* est donc

$$c(\rho, T) = -\frac{T}{E}\,\frac{\partial^2\zeta(\rho, T)}{\partial T^2}. \tag{3}$$

Si nous adoptons le *postulat de Helmholtz*, cette chaleur spécifique est positive, en sorte que nous avons l'inégalité

$$\frac{\partial^2\zeta(\rho, T)}{\partial T^2} < 0. \tag{4}$$

» Isolons l'élément dm. Supprimons les masses, directement en contact avec lui, qui lui imposent des liaisons; mais, au moyen de corps non contigus à l'élément dm, restituons sa valeur primitive à l'action $A(\rho)\, dm$ qui s'exerce sur cet élément. Pour conserver à cet élément son état de repos ou de mouvement, il faudra le soumettre à une pression normale et uniforme Π, donnée par l'égalité

$$\Pi + \rho^2\left[A(\rho) - \frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial\rho}\right] = 0. \tag{5}$$

» Maintenons la température T constante et faisons croître Π de $\delta\Pi$; ρ croît de $\left(\frac{d\rho}{d\Pi}\right)_T \delta\Pi$. Si nous posons

$$J = \rho\left[2\frac{\partial\zeta}{\partial\rho} - 2A + \rho\left(\frac{\partial^2\zeta}{\partial\rho^2} - \frac{\partial A}{\partial\rho}\right)\right], \tag{6}$$

(¹) *Annales de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. X, p. 183; 1893.
(²) *Comptes rendus*, séances du 21 janvier et du 4 février 1901.

nous aurons

$$(7) \qquad \left(\frac{d\rho}{d\Pi}\right)_T = \frac{1}{J}.$$

« Mais pour que le fluide puisse être en équilibre stable, il faut que l'on ait (¹),

$$(8) \qquad J > 0$$

et, par conséquent,

$$\left(\frac{d\rho}{d\Pi}\right)_T > 0.$$

» Maintenons la pression Π constante et faisons croître la température T de δT; ρ croît de $\left(\frac{d\rho}{dT}\right)_\Pi \delta T$. Si l'on observe que A *ne dépend pas de* T, l'égalité (1) donne

$$(9) \qquad \left(\frac{d\rho}{dT}\right)_\Pi = -\frac{\rho^2}{J}\frac{\partial^2 \zeta}{\partial\rho\,\partial T}.$$

» Dans ces conditions, le système dégage une quantité de chaleur que l'on obtient en remplaçant, dans l'égalité (2), $\delta\rho$ par $\left(\frac{d\rho}{dT}\right)_\Pi \delta T$. On a donc

$$dQ = -C\,\delta T\,dm \quad \text{avec} \quad C = -\frac{T}{E}\left[\frac{\partial^2\zeta}{\partial\rho\,\partial T}\left(\frac{\partial\rho}{\partial T}\right)_\Pi + \frac{\partial^2\zeta}{\partial T^2}\right]$$

ou bien, en vertu des égalités (3) et (9),

$$(10) \qquad C = c(\rho, T) + \frac{T}{E}\frac{\rho^2}{J}\left[\frac{\partial^2\zeta(\rho, T)}{\partial\rho\,\partial T}\right]^2.$$

Cette *chaleur spécifique sous pression constante* C n'est pas une simple fonction de ρ et de T; par l'intermédiaire de J, qui dépend de l'action A, elle dépend de la nature, de la densité, de la disposition des diverses parties du fluide qui sollicitent l'élément *dm*.

» L'inégalité (8) entraîne celle-ci

$$(11) \qquad C > c(\rho, T).$$

(¹) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 5ᵉ série, t. III, p. 174, condition (63).

En tout point d'un fluide en équilibre stable, la chaleur spécifique sous pression constante est supérieure à la chaleur spécifique à densité constante.

» En vertu de l'égalité (2), une modification adiabatique est en même temps isentropique. En une telle modification T, Π, ρ, varient de δT, $\delta \Pi$, $\left(\frac{d\rho}{d\Pi}\right)_Q \delta\Pi$; on a

$$(12) \qquad \frac{\partial^2 \zeta}{\partial \rho\, \partial T}\left(\frac{d\rho}{d\Pi}\right)_Q \delta\Pi + \frac{\partial^2 \zeta}{\partial T^2}\delta T = 0,$$

et, selon (5),

$$\left[1 - J\left(\frac{d\rho}{d\Pi}\right)_Q\right]\delta\Pi - \rho^2 \frac{\partial^2 \zeta}{\partial \rho\, \partial T}\delta T = 0.$$

Ces égalités donnent, en premier lieu,

$$\left(\frac{d\rho}{d\Pi}\right)_Q = \frac{1}{J}\,\frac{\dfrac{\partial^2 \zeta}{\partial T^2}}{\dfrac{\partial^2 \zeta}{\partial T^2} - \dfrac{\rho^2}{J}\left(\dfrac{\partial^2 \zeta}{\partial \rho\, \partial T}\right)^2},$$

ou bien, selon (3), (7) et (10),

$$(13) \qquad \left(\frac{d\rho}{d\Pi}\right)_Q = \frac{c(\rho, T)}{C}\left(\frac{d\rho}{d\Pi}\right)_T.$$

» Cette relation est l'extension du *théorème de Reech* au cas qui nous occupe; elle démontre que $\left(\frac{d\rho}{d\Pi}\right)_Q$ est une quantité positive.

» Les égalités (3), (9), (12) et (13) donnent, en toute modification adiabatique,

$$\delta T = -\frac{T}{E\rho^2 C}\left(\frac{d\rho}{dT}\right)_\Pi \delta\Pi.$$

Le rapport de l'accroissement de température à l'accroissement de pression est de signe contraire à $\left(\frac{d\rho}{dT}\right)_\Pi$. Cette relation est l'extension, au cas qui nous occupe, d'une *relation de Joule*.

» Ainsi toutes les lois que l'on démontre, en Thermodynamique élémentaire, pour un fluide soumis à une pression normale et uniforme, s'étendent à un fluide dont les éléments exercent les uns sur les autres des actions quelconques, newtoniennes ou non. »

CORRESPONDANCE.

La **Société italienne des Sciences (dite des XL)**, l'**Académie pontificale dei Nuovi Lincei**, l'**Académie royale des Sciences physiques et mathématiques de Naples** adressent à l'Académie leurs profondes condoléances à l'occasion de la mort de M. *Hermite*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume intitulé : « Étienne Geoffroy Saint-Hilaire; Lettres d'Égypte », publiées par M. *E.-T. Hamy*. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la photographie de la couronne solaire dans les éclipses totales.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Janssen.

« Cette Note décrit les observations sur la photographie de la couronne solaire dans l'éclipse totale du 28 mai 1900, faites à Argamasilla (Espagne), et complète sur ce point une Note précédente (*Comptes rendus*, juin 1900) qui relate les résultats généraux obtenus dans diverses directions. De plus elle présente quelques idées nouvelles sur les moyens d'avoir le mieux possible les détails faibles de la couronne, tels que les grands rayons caractéristiques.

» Les photographies de la couronne peuvent se diviser en épreuves à petite et à grande échelle. Les premières donnent la structure générale, mais sont relativement peu utiles, puisque cette structure est maintenant connue à l'avance. Les grandes épreuves sont plus intéressantes, car elles montrent les divisions de la couronne et se prêtent à l'étude des relations encore indéterminées entre les jets coronaux et les détails de la surface même du Soleil.

» Cependant l'observatoire de Meudon n'avait pu mettre à ma disposition les grands objectifs de sa collection. J'ai dû me contenter de trois petits objectifs, à savoir : 1° un objectif de $1^m,10$ de distance focale et de $1^m,10$ d'ouverture (rapport d'ouverture $\frac{1}{10}$), de bonne qualité optique, dû à M. Mailhat; 2° un objectif de $0^m,40$ de distance focale et de $0^m,04$

de diamètre (rapport d'ouverture $\frac{1}{10}$); 3° un objectif de $0^m,30$ de distance focale et de $0^m,06$ de diamètre (rapport d'ouverture $\frac{1}{5}$).

» Pour avoir les détails de la couronne et les faibles rayons coronaux, j'ai pris les dispositions spéciales suivantes : (*a*) Les objectifs employés sont tous à deux verres seulement, les objectifs à quatre verres de la photographie ordinaire ayant été *a priori* mis de côté. (*b*) J'ai évité de même à dessein l'emploi, si commode à certains égards, du miroir auxiliaire des sidérostats et cœlostats, et aussi l'emploi des objectifs d'agrandissement, bien qu'il fût tentant d'augmenter le diamètre très petit des images. (*c*) Les objectifs ont reçu directement la lumière du ciel, et j'ai placé au foyer même de l'objectif les plaques qui étaient, il est vrai, des plaques lentes à grain fin susceptibles de subir ultérieurement un fort agrandissement.

» Avec l'objectif Mailhat de $1^m,10$, on a employé quatre plaques successives avec les poses croissantes de une seconde, quatre secondes, huit secondes, trente secondes. Les plaques étaient des plaques Illford à projection (tons noirs), donc très lentes; mais l'élévation de la station et la pureté de l'air le jour de l'éclipse diminuaient l'inconvénient de leur faible sensibilité.

» Avec la chambre de $0^m,40$, la plaque a été recouverte d'un verre jaune foncé, qui laisse passer surtout les rayons jaunes et verts. Pose : soixante-dix secondes, soit pendant la totalité presque entière. Plaque isochromatique Edwards. La chambre de $0^m,30$ avait été traitée de la même façon, avec la différence que le verre jaune était remplacé par un verre rouge. Ce dernier absorbait les rayons les plus actifs, mais la grande concentration de lumière de l'objectif devait y suppléer.

» Bref, les trois objectifs donnaient trois séries d'images, la première formée par les rayons ultra-violets, violets et bleus, la seconde par les rayons jaunes et verts, et la troisième par les rayons rouges.

» Les résultats obtenus, avec l'aide de M. Burson, assistant astronome, sont les suivants :

» Les quatre épreuves de l'objectif de $1^m,10$ avec plaques de projection sont très nettes. La première, obtenue un peu après le deuxième contact, offre bien dégagés le croissant chromosphérique à l'est et les protubérances du sud-ouest. Les trois suivantes montrent des couronnes de hauteurs croissantes, avec les divisions des jets depuis la couronne intérieure. Sur la dernière certains jets atteignent la longueur de deux diamètres solaires. Ces épreuves, d'ailleurs, peuvent être agrandies au moins trois fois plus

que les épreuves sur plaques rapides, adoptées en général par les observateurs d'éclipse.

» La plaque de l'objectif de $0^m,40$ à verre jaune donne une image qui rappelle, mieux que les précédentes, l'aspect de la couronne vue à l'œil nu; elle présente des jets plus longs que les épreuves de l'appareil précédent. Quant à la plaque avec verre rouge, elle a été manquée, le verre rouge ayant été cassé un peu avant l'éclipse; mais j'ai des raisons de croire que, avec une pose suffisante, elle aurait donné des jets encore plus étendus que toutes les autres épreuves.

» Les résultats sont, d'une manière générale, satisfaisants. Or les idées qui m'ont conduit à ces dispositions spéciales sont générales, applicables à toutes les éclipses, et nouvelles sur certains points. Je les résume brièvement :

» La couronne offre à la fois des parties très intenses près du bord solaire et des parties très faibles du côté opposé, en particulier dans les jets caractéristiques. *A priori* donc, il est bon d'employer des plaques lentes qui ont l'avantage d'avoir une échelle étendue de tons et de se prêter aux nuances délicates.

» Les parties les plus faibles sont peut-être les plus intéressantes. Or elles ont à lutter contre un ennemi que l'on rencontre plus ou moins fort dans tous les appareils d'optique, et qui est la lumière diffuse de l'appareil. C'est pour diminuer cette lumière diffuse qu'on a évité les miroirs auxiliaires, les objectifs à quatre verres, les objectifs d'agrandissement (1).

» Enfin une autre sorte de lumière diffuse intervient : c'est la lumière diffuse du ciel, souvent notable, en particulier dans les éclipses qui, comme celle-ci, ont une faible durée. Elle a pour origine la diffusion de la lumière coronale dans les couches d'air au-dessus de l'observateur, et en plus la diffusion de la lumière du disque central dans les points élevés et éloignés de l'atmosphère au nord et au sud de la zone de totalité.

» Or cette lumière diffusée est relativement très intense dans l'ultra-violet, et diminue rapidement lorsqu'on remonte vers le jaune, le rouge et l'infra-rouge. On peut ainsi expliquer pourquoi les jets coronaux observés à l'œil sont plus longs que sur les plaques. C'est pourquoi j'ai été amené à placer devant les plaques des écrans jaunes et rouges; j'ai voulu ainsi diminuer la lumière du ciel, et faire mieux ressortir les rayons coro-

---

(1) Ces précautions n'ont plus la même importance pour les détails de la chromosphère et de la couronne intérieure.

naux. Dans cet ordre d'idées, une plaque impressionnée par les rayons infra-rouges seuls serait encore plus avantageuse ([1]).

» Les dispositions précédentes sont donc à recommander dans les éclipses prochaines. En terminant, je remarque que les règles exposées récemment pour la reconnaissance de la couronne en dehors des éclipses s'appliquent aussi, pour les mêmes causes, à la photographie de la couronne dans les éclipses. »

ASTRONOMIE. — *Sur la théorie des satellites de Jupiter.* Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie la suite de mes observations poursuivies depuis plusieurs années dans le but de connaître jusqu'à quel point la *Théorie* du regretté Souillart s'accorde avec les faits. La plupart de ces observations ont été faites par des circonstances atmosphériques irréprochables, condition essentielle surtout lorsqu'il s'agit des passages des ombres, qui réclament des images tranquilles pour bien saisir leur contact intérieur avec le bord de la planète. J'ajoute maintenant quelques observations se rapportant à une époque antérieure à celle de la présente série, et qui, sans entraîner le degré d'exactitude que leurs congénères, peuvent néanmoins être assez utiles, l'incertitude dont sont entachées les demi-durées qui en découlent n'atteignant jamais deux minutes.

» L'accord entre l'observation et le calcul continue à être assez satisfaisant, ainsi que le montre le Tableau qui termine ce travail, et il le serait davantage encore si l'on eût pu modifier un peu les nombres ε', ε'', ε''' (notation de Souillart); malheureusement, cela n'est pas chose facile, et, tant qu'on n'aura pas obtenu des valeurs nouvelles des éléments elliptiques, il faudra prendre ces chiffres tels qu'ils résultent des données de Damoiseau.

([1]) On a émis l'opinion que la couronne avait un faible rayonnement infra-rouge, en se basant sur certaines ressemblances avec les étincelles électriques et sur la faible émission de chaleur des tubes de Gessler. A mon avis, ce rapprochement est juste pour la chromosphère, mais non pour la couronne. La chromosphère a le spectre d'un gaz, à savoir des raies fines intenses et un spectre continu faible. Dans la couronne, c'est l'inverse; le spectre continu est intense et les raies gazeuses faibles. On a le spectre de particules liquides ou solides, lequel, en général, est riche en rayons infra-rouges. Même le rayon le plus intense peut être infra-rouge, auquel cas la photographie avec les rayons infra-rouges seuls a des avantages encore plus marqués.

» Au sujet de chaque satellite en particulier, quelques remarques sont ici nécessaires. Relativement au premier, l'accord dont il est question ne laisse presque rien à désirer. Il devient moins frappant pour le deuxième, ce qui tient non seulement à la théorie elle-même, mais bien plus à l'apparence douteuse que son ombre présente quand elle se projette sur le fond brunâtre des bandes équatoriales. C'est aussi à cette cause qu'il faut attribuer le nombre très limité des observations utiles concernant ce petit corps. Quant au troisième, il est aisé de voir que la différence à allure systématique que j'avais signalée dans une Note précédente (¹) se dessine de plus en plus, et tout porte à croire qu'elle deviendra surtout sensible vers 1905, par suite de la proximité du maximum d'inclinaison de l'orbite du satellite.

» Bien qu'en faible mesure seulement, les divergences qui ont rapport aux éclipses peuvent encore procéder d'une cause physique. Je veux parler de l'action absorbante de l'atmosphère entourant la planète et dont l'effet est si apparent vers les bords, car il se peut que, en vertu de la présence d'un tel milieu, tout ne soit pas exclusivement géométrique dans ce monde lointain. Tant que l'action de ce milieu restera inconnue, on ne pourra donc songer à établir sur des bases rationnelles l'accord parfait que l'on poursuit.

» Dans la liste suivante, les demi-durées se comptent en minutes et secondes et sont inscrites par ordre de latitude croissante. Je dois faire remarquer en terminant que dans leur calcul il m'a fallu revenir à la valeur de $314°46'16''$ assignée à la constante γ_4 de Souillart, au lieu de $314°45'10''$ que j'avais autrefois adoptée en vue de rendre plus complet l'accord de mes observations précédentes. Le poids de la nouvelle série en résulte ainsi légèrement modifié, mais en revanche on fait ressortir sous un nouvel aspect l'influence de cette constante sur les résultats théoriques obtenus.

» Le quatrième satellite semble, au premier abord, défier toute concordance, mais en examinant les choses de plus près, on conviendra sans peine que les nombres déduits de l'observation approchent beaucoup de ceux qui se plieraient sans difficulté aux résultats théoriques, pourvu que l'on ait égard au degré de précision qu'entraîne le calcul de la latitude, et au rôle prépondérant que cet élément joue dans les demi-durées observées loin des nœuds ou par des circonstances astronomiques aussi rares que celles où eut lieu le passage de l'ombre le 25 janvier 1895 (²). On remarquera, en

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 280.
(²) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 248.

outre, que les écarts qui se rapportent aux phénomènes de ce genre sont de signe contraire à ceux des éclipses, ce qui provient, au moins en partie, d'une variation du rayon vecteur qui mériterait une étude particulière.

Passages des ombres.

Satellite.	Date.	Demi-durée. Calculée.	Observée.	*Connaissance des temps.*	Différences calc. obs.
		m s	m s	m s	m s
I.	1895 nov. 6.	66.35	68. 0	69.30	— 1.25
I.	1885 mars 29.	66.45	67. 0		— 0.15
I.	1895 mars 23.	65.46	66.57	68.30	— 0.11
I.	1895 janv. 20.	65.43	65.30	68	+ 0.13
I.	1894 déc. 19.	65.41	65.24	68	+ 0.17
I.	1894 nov. 10.	65.10	65.20	68	— 0.10
I.	1899 avril 30.	63.17	64.12	66	— 0.55
II.	1896 avril 1.	84.27	86.40	88	— 1.13
II.	1895 févr. 3.	76. 5	75.47	80	+ 0.18
II.	1899 avril 29.	70. 4	66.56	70	+ 3. 8
III.	1897 janv. 3.	102.56	105.50	109	— 2.54
III.	1897 févr. 8.	102.23	104.26	108	— 2. 3
III.	1895 mars 16.	88.45	88. 6	92	+ 0.39
III.	1886 févr. 27.	84. 1	84.35		— 0.34
III.	1894 déc. 27.	82.37	82.25	85.30	+ 0.12
III.	1886 avril 11.	81.18	81.10		+ 0. 8
III.	1894 nov. 21.	79.22	79. 8	82.30	+ 0.14
III.	1886 mai 17.	77.56	78.12		— 0.16
III.	1900 juill. 17.	57.46	59. 7	63.30	— 1.21
III.	1899 févr. 23.	50.34	54.14	58	— 3.40
III.	1899 mars 31.	44.39	49. 5	56	— 4.26
IV.	1886 avril 5.	30. 6	26.18		+ 3.48
IV.	1895 janv. 25.	27. 9	21.30	34.30	+ 5.39

Éclipses.

Satellite.	Date.	Demi-durée. Calculée.	Observée.	*Connaissance des temps.*	Différences calc. obs.
		m s	m s	m s	m s
II.	1894 sept. 19.	72.59	74.23	73.41	— 1.24
III.	1896 mai 1.	105.47	106.20	106.22	— 0.33
III.	1895 févr. 26.	86.17	85.16	86. 5	+ 1. 1
III.	1894 oct. 27.	75.25	75. 3	75.30	+ 0.22
III.	1898 mai 9.	71.19	73.42	71.19	— 2.23
III.	1899 juill. 13.	40.18	42.47	43.33	— 2.29
IV.	1896 avril 13.	137.32	139.30	135.59	— 1.58
IV.	1895 nov. 14.	122.21	127. 5	126. 4	— 4.44

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Une classe nouvelle de surfaces algébriques qui admettent une déformation continue en restant algébriques.* Note de M. **D.-Th. Egorov.**

« 1° Considérons une surface tétraédrale du dix-huitième ordre pour laquelle les coordonnées cartésiennes x, y, z sont définies en fonction de deux variables u, v par les expressions suivantes :

$$(1) \quad \begin{cases} x = A_1(u-s_1)^{\frac{3}{2}}(v-s_1)^{\frac{3}{2}}, \\ y = A_2(u-s_2)^{\frac{3}{2}}(v-s_2)^{\frac{3}{2}}, \\ z = A_3(u-s_3)^{\frac{3}{2}}(v-s_3)^{\frac{3}{2}}. \end{cases}$$

» L'élimination des paramètres u, v conduit à l'équation bien connue

$$(2) \quad (s_2-s_3)\left(\frac{x}{A_1}\right)^{\frac{2}{3}}+(s_3-s_1)\left(\frac{y}{A_2}\right)^{\frac{2}{3}}+(s_1-s_2)\left(\frac{z}{A_3}\right)^{\frac{2}{3}}=(s_1-s_2)(s_2-s_3)(s_3-s_1).$$

» Les courbes $u=$ const., $v=$ const. tracent sur la surface considérée un système conjugué, car les trois coordonnées x, y, z satisfont à une même équation linéaire (¹)

$$(3) \qquad (u-v)\frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v}+\frac{3}{2}\frac{\partial\theta}{\partial u}-\frac{3}{2}\frac{\partial\theta}{\partial v}=0.$$

» En différentiant les formules (1), on obtient aisément l'expression suivante de l'élément linéaire

$$(4) \quad \begin{cases} ds^2=\frac{9}{4}[(a_0v^3-3a_1v^2+3a_2v-a_3)u-a_1v^3+3a_2v^2-3a_3v+a_4]\,du^2 \\ \quad +\frac{18}{4}[a_0u^2v^2-2a_1uv(u+v)+a_2(u^2+4uv+v^2)-2a_3(u+v)+a_4]\,du\,dv \\ \quad +\frac{9}{4}[(a_0u^3-3a_1u^2+3a_2u-a_3)v-a_1u^3+3a_2u^2-3a_3u+a_4]\,dv^2, \end{cases}$$

où l'on a posé

$$(5) \quad \Sigma A_i^2=a_0, \quad \Sigma A_i^2 s_i=a_1, \quad \Sigma A_i^2 s_i^2=a_2, \quad \Sigma A_i^2 s_i^3=a_3, \quad \Sigma A_i^2 s_i^4=a_4.$$

» Réciproquement supposons l'élément linéaire défini par la formule (4) (les constantes a_i ayant des valeurs fixes quelconques) et proposons-nous de déterminer toutes les surfaces tétraédrales définies par des formules

(¹) Cf. Darboux, *Leçons sur la théorie générale des surfaces*, t. I, p. 142.

telles que (1) et admettant l'élément linéaire donné. Le problème posé se ramène, en définitive, à la détermination des six quantités A_i, s_i vérifiant les équations (5). Comme ces équations sont au nombre de cinq, *on obtient* évidemment *une famille simplement infinie de surfaces tétraédrales applicables les unes sur les autres avec conservation du système conjugué* $u =$ const., $v =$ const. Toutes les surfaces de la famille s'obtiennent par une déformation *continue* de l'une quelconque d'entre elles.

» La détermination de ces surfaces peut être ramenée à la résolution d'une équation cubique dont les coefficients dépendent linéairement d'un paramètre arbitraire. Posons, en effet,

$$(6) \qquad (s - s_1)(s - s_2)(s - s_3) = \varphi(s) = s^3 + b_1 s^2 + b_2 s + b_3.$$

En prenant la somme des quatre premières équations (5) multipliées respectivement par b_3, b_2, b_1, 1 et en opérant de même sur les quatre dernières, il viendra

$$(7) \quad a_0 b_3 + a_1 b_2 + a_2 b_1 + a_3 = 0, \qquad a_1 b_3 + a_2 b_2 + a_3 b_1 + a_4 = 0.$$

Désignons par B_1, B_2, B_3 un système quelconque de valeurs des quantités b_1, b_2, b_3 vérifiant les équations (7); les solutions générales de ces équations seront de la forme

$$(8) \quad b_1 = B_1 + \sigma(a_0 a_2 - a_1^2), \qquad b_2 = B_2 + \sigma(a_1 a_2 - a_0 a_3), \qquad b_3 = B_3 + \sigma(a_1 a_3 - a_2^2),$$

où l'on a désigné par σ un paramètre arbitraire. Les quantités s_i sont les racines de l'équation cubique $\varphi(s) = 0$ dont les coefficients dépendent linéairement du paramètre σ. Cette équation étant résolue, on tire les quantités A_i du système (5), qui est linéaire par rapport aux carrés A_1^2, et le problème s'achève sans aucune difficulté.

» 2° Revenons à l'équation (2). La surface correspondante étant supposée connue, les six quantités A_i, s_i ne sont pas complètement déterminées. En approfondissant cette observation, on reconnaîtra aisément que sur chaque surface tétraédrale (2) il existe une infinité (∞^1) de systèmes conjugués différents correspondant à des formules de la forme (1). En comparant ce résultat au résultat obtenu précédemment, il viendra qu'*une surface tétraédrale du dix-huitième ordre* (2) *est applicable sur une infinité de surfaces de la même espèce dépendant de deux constantes arbitraires.*

» 3° D'après un beau théorème de M. K. Peterson ([1]), on peut déduire

([1]) *Recueil Mathématique de Moscou*, t. I.

d'une famille quelconque de surfaces applicables les unes sur les autres avec conservation d'un système conjugué une infinité de familles nouvelles de la même espèce. Appliquons ce théorème à la famille de surfaces tétraédrales signalée au numéro 1°. En désignant par x, y, z les expressions (1) des coordonnées relatives à cette famille (et par suite dépendant du paramètre arbitraire σ), posons conformément au théorème cité :

$$(9)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial x_1}{\partial u} = m\dfrac{\partial x}{\partial u}, & \dfrac{\partial y_1}{\partial u} = m\dfrac{\partial y}{\partial u}, & \dfrac{\partial z_1}{\partial u} = m\dfrac{\partial z}{\partial u}, \\[2mm] \dfrac{\partial x_1}{\partial v} = n\dfrac{\partial x}{\partial v}, & \dfrac{\partial y_1}{\partial v} = n\dfrac{\partial y}{\partial v}, & \dfrac{\partial z_1}{\partial v} = n\dfrac{\partial z}{\partial v}. \end{cases}$$

» L'élimination de x_1, y_1, z_1 conduit à une même équation de Laplace pour les trois coordonnées x, y, z, et comme cette équation ne peut pas être distincte de l'équation (3), il viendra

$$(10)\qquad (u-v)\frac{\partial m}{\partial v} = (u-v)\frac{\partial n}{\partial u} = \frac{3}{2}(m-n).$$

» Le système (10) est équivalent au système suivant

$$(11)\qquad m = \frac{\partial\psi}{\partial u}, \qquad n = \frac{\partial\psi}{\partial v}; \quad (u-v)\frac{\partial^2\psi}{\partial u\,\partial v} - \frac{3}{2}\frac{\partial\psi}{\partial u} + \frac{3}{2}\frac{\partial\psi}{\partial v} = 0,$$

et l'on est ramené à l'intégration de l'équation bien connue $E\left(\frac{3}{2}, \frac{3}{2}\right)$ d'Euler. Chaque solution particulière de cette équation conduit à une famille déterminée de surfaces applicables; les coordonnées x_1, y_1, z_1 relatives à cette famille s'obtiennent par des quadratures en vertu des équations (9). En désignant par $\mathcal{E}$, $\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$ les coefficients de l'élément linéaire (4), on aura évidemment

$$(12)\qquad dx_1^2 + dy_1^2 + dz_1^2 = m^2\,\mathcal{E}\,du^2 + 2mn\,\mathcal{F}\,du\,dv + n^2\,\mathcal{G}\,dv^2.$$

» L'équation $E\left(\frac{3}{2}, \frac{3}{2}\right)$ admet une infinité de solutions entières ([1]). *Les familles de surfaces applicables correspondant à ces solutions particulières sont composées exclusivement de surfaces algébriques.* »

([1]) Cf. Darboux, *Leçons sur la théorie générale des surfaces*, t. II, p. 57.

ANALYSE INFINITÉSIMALE. — *Sur certaines transformations de Bäcklund.* Note de M. CLAIRIN.

« Je me propose d'abord de compléter un résultat que j'ai indiqué dans une Note antérieure [1] et que je rappelle : étant donnée, avec les notations ordinaires, une équation aux dérivées partielles du second ordre $F(x, y, z, p, q, r, s, t) = 0$, admettant un système (C) de caractéristiques du premier ordre, il existe une infinité de transformations définies par quatre équations de la forme suivante :

$$(T_1)\quad \begin{cases} x' = f_1(x, y, z, p, q; z'), & y' = f_2(x, y, z, p, q; z'), \\ p' = f_3(x, y, z, p, q; z'), & q' = f_4(x, y, z, p, q; z'), \\ \left(f_3 \dfrac{\partial f_1}{\partial z'} + f_4 \dfrac{\partial f_2}{\partial z'} = 1\right), \end{cases}$$

et telles que l'équation proposée dérive de l'une quelconque de ces transformations. Nous dirons que ces transformations sont déduites du système de caractéristiques (C).

» Cela posé, soit (T_2) une seconde transformation, déduite du système (C), qui ne se ramène pas à (T_1) par une transformation de contact :

$$(T_2)\quad \begin{cases} x'' = \varphi_1(x, y, z, p, q; z''), & y'' = \varphi_2(x, y, z, p, q; z''), \\ p'' = \varphi_3(x, y, z, p, q; z''), & q'' = \varphi_4(x, y, z, p, q; z''), \end{cases}$$

il est aisé de voir que les coordonnées (x', y', z', p', q'), $(x'', y'', z'', p'', q'')$ de deux éléments correspondants satisfont à quatre relations

$$(\Theta)\quad \begin{cases} H_1(x', y', z', p', q'; x'', y'', z'', p'', q'') = 0, \\ H_2(x', y', z', p', q'; x'', y'', z'', p'', q'') = 0, \\ H_3(x', y', z', p', q'; x'', y'', z'', p'', q'') = 0, \\ H_4(x', y', z', p', q'; x'', y'', z'', p'', q'') = 0. \end{cases}$$

» En particulier, si (T_1) et (T_2) sont des transformations de Bäcklund, (Θ) est également une transformation de Bäcklund.

» Je considère maintenant les transformations de Bäcklund qui font

[1] *Comptes rendus,* 5 février 1900.

correspondre une à une les intégrales des deux équations transformées : j'appellerai ces transformations, *transformations de Bäcklund de première espèce*, ou, plus simplement, transformations (B_1). Je ne m'occuperai ici que des équations qui possèdent deux systèmes distincts de caractéristiques.

» Soit

$$(\varepsilon) \qquad F(x, y, z, p, q, r, s, t) = 0,$$

une équation du second ordre qui admet deux systèmes de caractéristiques (C) et (Γ), soit

$$(\varepsilon') \qquad F'(x', y', z', p', q', r', s', t') = 0,$$

une équation qui correspond à (ε) par une transformation (B_1), soient enfin (C′) et (Γ′) les deux systèmes de caractéristiques de (ε′), (C′) correspondant à (C) et (Γ′) à (Γ).

» Si, relativement à (ε), la transformation est déduite du système (C), relativement à (ε′) elle sera déduite du système (Γ′).

» A tout invariant d'ordre $k (k \geqq 2)$ du système (Γ) correspond un invariant d'ordre $k-1$ du système (Γ′); à tout invariant d'ordre $l (l \geqq 2)$ du système (C) correspond un invariant d'ordre $l+1$ du système (C′).

» Si (C) admet un invariant du premier ordre, $y = \text{const.}$, cet invariant se transformera en un invariant du second ordre de (C′), à moins que (ε) ne soit de la forme

$$(1) \qquad s + q g(x, y, z, p, r) + h(x, y, z, p, r) = 0;$$

si (Γ) possède un invariant du premier ordre, (ε) est une équation de Monge-Ampère

$$(2) \qquad r + ms + M = 0,$$

et l'invariant $y = \text{const.}$ se change en un invariant du premier ordre. J'ai déjà étudié les transformations des équations (1) et (2) [1].

» On démontre encore sans difficulté les deux théorèmes suivants :

» Si deux équations (ε) et (ε′) se correspondent par une transformation (B_1), les équations que l'on déduit de (ε′) par une transformation de contact, d'ailleurs quelconque, sont les seules qui correspondent à (ε) par une transformation (B_1).

[1] *Comptes rendus*, 9 avril 1900.

» Si deux équations se correspondent par une transformation (B_1) elles admettent le même nombre de transformations de contact. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le théorème d'Hugoniot et la théorie des surfaces caractéristiques.* Note de M. **J. Coulon**, présentée par M. C. Jordan.

« Dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* ([1]), nous avons rattaché la construction de la surface d'onde connue sous le nom de *principe d'Huygens* à la théorie des surfaces caractéristiques. En partant du même point de vue, nous nous proposons de retrouver les formules d'Hugoniot ([2]) relatives à la propagation des ondes dans un fluide en mouvement. Nous établirons tout d'abord le théorème général suivant qui contient ces résultats comme cas particuliers :

» *Soit un système d'équations aux dérivées partielles d'ordre quelconque et à un nombre quelconque de variables indépendantes, définissant un mouvement. On peut, sans aucune intégration, déterminer les vitesses de propagation des ondes pour une direction déterminée.*

» Pour simplifier l'exposition, nous considérerons un système de deux équations aux dérivées partielles définissant deux fonctions des variables x, y et t. Désignons par $f(x, y, t)$ une surface caractéristique. Cette fonction satisfait à une équation homogène par rapport à ses dérivées partielles, du premier ordre et de degré m par exemple,

$$\varphi_m\left(\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \frac{\partial f}{\partial t}\right) = 0. \tag{1}$$

» Considérons une ligne dans l'espace $E(x, y, t)$, par cette ligne il passera en général m surfaces caractéristiques satisfaisant à (1). En un point particulier $A(x_0, y_0, t_0)$ les normales à ces surfaces sont situées sur le cône

$$\varphi_m(X, Y, T); \tag{N}$$

et les plans tangents touchent le cône réciproque de (N), soit le cône (T)

$$\Phi(X, Y, T). \tag{T}$$

([1]) *Comptes rendus*, p. 1064; 17 avril 1900.

([2]) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 4e série, t. III, p. 477, et t. IV, p. 153.

Ces points rappelés, examinons la section de ces surfaces par le plan $T = t_1$. On obtiendra dans ce plan m lignes correspondant à m fronts d'ondes. D'après Hugoniot, les dérivées suivant les normales à ces lignes, prises en supposant $t_1 =$ const., représentent les vitesses de propagation de chaque onde.

» Pour les obtenir au point $A(x_0, y_0, t_0)$ considérons simultanément les cônes (N) et (T) dont les sommets sont en ce point et les sections de ces cônes par $T = t_1$.

» Soit a la projection de A sur ce plan, et AM une génératrice de (N) correspondant à la normale d'une surface caractéristique particulière. Le plan tangent à cette surface est normal à AM; il est coupé par le plan $T = t_1$ suivant une droite Δ tangente à la section de (T) par ce même plan. Si M désigne l'intersection de AM avec le plan $T = t_1$ la droite aM est perpendiculaire à Δ en m, le triangle mAM est rectangle en A et aA est la hauteur relative à l'hypoténuse. Or, la vitesse en A d'après Hugoniot est égale, pour la surface considérée, à la tangente de l'angle aAm et par suite à la cotangente de l'angle aAM. On peut donc poser

$$V = \frac{aA}{aM}.$$

» Soient α et β les cosinus directeurs de aM dans le plan $T = t_1$, et posons $r = a$M. Les coordonnées de M seront, en supposant l'origine en A,

$$T = t_1, \qquad X = r\alpha, \qquad Y = r\beta.$$

Substituons dans l'équation de (N), on a

$$\varphi_m(r\alpha, r\beta, t_1),$$

ou bien en divisant par r^m et remarquant que $\frac{t_1}{r} = V$,

$$(2) \qquad \varphi_m(\alpha, \beta, V) = 0.$$

Cette équation en V donne pour la direction (α, β) les vitesses relatives aux m surfaces. La discussion de cette équation conduit à des renseignements intéressants sur la nature des solutions du problème. Nous les développerons dans un Travail ultérieur.

» Appliquons ce théorème aux équations de l'Hydrodynamique, nous retrouverons les formules d'Hugoniot. Prenons d'abord les équations sous la forme d'Euler. Soient u, v, w les vitesses fonctions de x, y, z, t_1 et π la

pression et ρ la densité; la relation supplémentaire est par exemple $\pi = f(\rho)$. On a pour l'équation du cône (N)

$$(T + uX + vY + wZ)^2 - \frac{\partial\pi}{\partial\rho}(X^2 + Y^2 + Z^2) = 0.$$

» Par suite, on aura

$$(V + u\alpha + v\beta + w\gamma)^2 - \frac{\partial\pi}{\partial\rho} = 0;$$

d'où

$$V = -(u\alpha + v\beta + w\gamma) \pm \sqrt{\frac{\partial\pi}{\partial\rho}} \quad ([1]).$$

» Avec la forme de Lagrange, nous désignerons par a, b, c les coordonnées à t_0 et par x, y, z les coordonnées à t, ce sont des fonctions de a, b, c et de t.

» Nous poserons

$$D = \frac{D(x, y, z)}{D(a, b, c)}; \qquad A^2 = \frac{1}{D^2}\left\{\left[\frac{D(y, z)}{D(b, c)}\right]^2 + \left[\frac{D(z, x)}{(D)b, c)}\right]^2 + \left[\frac{D(x, y)}{D(b, c)}\right]^2\right\},$$

$$L^2 = \frac{1}{D^2}\left[\frac{D(y, z)}{D(c, a)}\frac{D(y, z)}{D(a, b)} + \frac{D(z, x)}{D(c, a)}\frac{D(z, x)}{D(a, b)} + \frac{D(x, y)}{D(c, a)}\frac{D(x, y)}{D(a, b)}\right].$$

L'équation du cône (N) devient

$$T^2 - \frac{\partial\pi}{\partial\rho}(\Sigma A^2 X^2 + 2\Sigma L^2 YZ) = 0.$$

Par suite,

$$V^2 - \frac{\partial\pi}{\partial\rho}(\Sigma A^2\alpha^2 + 2\Sigma L^2\beta, \gamma) = 0,$$

$$V = \pm\sqrt{\frac{\partial\pi}{\partial\rho}}\sqrt{\Sigma A^2\alpha^2 + 2\Sigma L^2\beta\gamma};$$

c'est la formule donnée par Hugoniot, aux notations près (*Journal de Mathématiques*, p. 163; 1888).

» Les élégantes formules données récemment par M. Duhem ([2]) sont également des conséquences du théorème que nous avons démontré.

» En appliquant des raisonnements analogues aux équations de Lamé, on retrouve la surface d'onde de Fresnel et les résultats relatifs à cette surface. Les équations de l'élasticité conduisent également à des considérations intéressantes.

([1]) *Journal de Mathématiques*, 1886, p. 489.

([2]) *Comptes rendus*, séances du 21 janvier et du 4 février 1901.

» C'est ce qui a déjà été signalé dans une Communication à la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, à la séance du 22 février 1900. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations aux dérivées partielles du second ordre.* Note de M. **R. d'Adhémar**, présentée par M. Picard.

« 1° Dans le cas de deux variables, les équations linéaires du second ordre se ramènent immédiatement à trois formes canoniques. Il n'en est plus de même lorsque l'on prend plus de deux variables. Une première classe d'équations à étudier est celle-ci :

$$H(u) = \sum_1^p \frac{\partial^2 u}{\partial x_h^2} - \sum_1^q \frac{\partial^2 u}{\partial y_k^2} = F(x, y).$$

» Elle a fait l'objet d'une Note de M. Coulon (*Comptes rendus*, 19 mars 1900).

» M. Volterra ([1]) avait fait antérieurement une très belle étude de l'équation la plus simple de la classe

$$A(u) = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = F(x, y, z).$$

» J'ai cherché d'abord à présenter l'analyse d'une manière plus simple, puis à donner quelques résultats nouveaux. Je ne parlerai pas ici des généralisations immédiates relatives à $H(u)$.

» Voici d'abord une formule analogue à celle de Green :

$$\text{(G)} \qquad \iiint_{(W)} [uA(v) - vA(u)]\, d\tau = \iint_{(\Sigma)} \left(u\frac{dv}{dN} - v\frac{du}{dN}\right) d\omega,$$

u et v sont des fonctions admettant des dérivées des deux premiers ordres.

» W est un volume, Σ la surface frontière de ce volume. Enfin la normale extérieure n à Σ ayant pour cosinus α, β, γ, la direction N a pour cosinus : $\alpha, \beta, (-\gamma)$. La direction N, symétrique de n par rapport à un plan parallèle au plan des (x, y), sera dite la *conormale*.

» M. Volterra met en évidence le rôle considérable que jouent les

---

([1]) *Acta mathematica*, t. XVIII; 1894.

cônes parallèles au cône

$$(\Lambda) \qquad x^2 + y^2 - z^2 = 0;$$

ces cônes font partie des *Multiplicités caractéristiques* de M. Beudon (voir le *Bulletin de la Société mathématique*, en 1897). Cette connexité entre le problème de Cauchy et celui qui nous occupe est très intéressante.

» On reconnaît de suite que la *conormale* en un point est la *génératrice* de ce point. Si donc une fonction $\varphi(x, y, z)$ est constante sur (Λ), sa conormale est nulle sur (Λ). Cette remarque nous permet d'éviter de longs calculs.

» 2° Faisons l'intégration effective de $A(u) = F$, pour des données intérieures à un cône (Λ^0) de sommet (x_0, y_0, z_0).

» Soit S la surface portant les données : u, $\frac{du}{dN}$; S étant limité au cône (Λ^0).

» On obtient $u(x_0, y_0, z_0)$ par l'emploi d'une fonction φ telle que $A(\varphi) = 0$, nulle sur (Λ^0), ayant pour singularité l'axe du cône (Λ^0). On a ainsi :

$$(1) \qquad u(x_0, y_0, z_0) = \frac{1}{2\pi} \frac{\partial}{\partial z_0} \left[\iiint_{(W)} \varphi F \, d\tau + \iint_{(S)} \left(u \frac{d\varphi}{dN} - \varphi \frac{du}{dN} \right) d\omega \right],$$

où

$$\varphi = \log\left(\frac{z'}{r} + \sqrt{\frac{z'^2}{r^2} - 1} \right),$$

$$z' = z - z_0, \qquad r^2 = (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2.$$

» J'ajoute une remarque importante. L'emploi de la conormale me donne *intuitivement* un *résultat* que l'on pourrait sans doute, après quelques calculs, déduire de la forme que M. Volterra a donnée pour la solution (1).

» Si la surface S devient un cône (Λ^1), de sommet intérieur au cône (Λ^0), *le fait de donner u sur (Λ^1) suffit pour déterminer l'intégrale*, puisque $\frac{du}{dN}$, étant la dérivée de u dans la direction même de la génératrice, se déduit des données.

» Ceci peut être regardé comme la *généralisation* du résultat bien connu relatif à deux variables, que l'intégrale de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = F(x, y)$$

est déterminée quand on donne les valeurs de u seulement sur les bissectrices des axes qui sont des caractéristiques.

» 3° On peut ensuite se proposer d'intégrer $A(u) = F$, les données étant relatives à une surface S qui tourne autour de l'axe du cône (A^0), limitée au cône et restant tout entière à l'extérieur du cône (A^0). Ce cas est tout différent du précédent. En considérant séparément deux régions, dans le volume W d'intégration, la région située au-dessus du plan horizontal du sommet de (A^0) et la région située au-dessous, en prenant une fonction auxiliaire v' dans la première région et une autre fonction v'' dans la seconde, par une combinaison très ingénieuse, M. Volterra obtient une *condition de possibilité*. Il est peut-être plus simple de procéder de la manière suivante : Prenons une fonction v nulle sur le cône (A^0) et n'ayant pas de singularité dans le champ (W) extérieur au cône, l'application de la formule (G) donne une condition, savoir :

$$\text{(C)} \qquad \iiint_{(W)} v F \, d\tau + \iint_{(S)} \left(u \frac{dv}{dN} - v \frac{du}{dN} \right) d\omega = c,$$

si l'on pose

$$z - z_0 = z', \qquad r^2 = (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2,$$

avec

$$v = -2 \arcsin\left(\sqrt{1 - \frac{z'^2}{r^2}}\right).$$

» Cette condition se présente ainsi sous une forme très symétrique et très simple.

» Je me réserve de revenir sur ces questions, en particulier sur l'intégration, par la méthode des approximations successives de M. Picard, des équations :

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = a \frac{\partial u}{\partial x} + b \frac{\partial u}{\partial y} + c \frac{\partial u}{\partial z} + du + f,$$

où a, b, c, d, f sont des fonctions de x, y, z.

» Il semble que l'intégrale sera déterminée dans les mêmes régions que précédemment et que les cônes (A^1) seront encore les surfaces exceptionnelles pour lesquelles la donnée de u est nécessaire et suffisante. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes linéaires aux dérivées partielles d'une intégrale d'un système d'équations différentielles simultanées qui sont aussi des intégrales de ce système.* Note de M. **A. Buhl**, présentée par M. P. Appell.

« Le théorème de Poisson, d'après lequel la forme aux dérivées partielles représentée symboliquement par (α, β) est une intégrale d'un système d'équations canoniques si α et β sont deux intégrales de ce système, malgré les nombreux cas discutés, notamment par Joseph Bertrand [*Mémoire sur l'intégration des équations différentielles de la Mécanique* (*Journal de Mathématiques*, p. 393; 1852)], où ledit théorème ne fournit qu'une constante ou une fonction d'intégrales déjà connues, reste pourtant l'un des plus beaux du Calcul intégral.

» Il n'est pas impossible d'imaginer qu'il serve tel qu'il est, quoique indirectement, pour les systèmes autres que les systèmes canoniques, ceux-ci pouvant toujours se ramener à la forme canonique, comme cela a été établi par Liouville et récemment, à l'aide d'une méthode beaucoup plus profonde d'ailleurs, par M. G. Kœnigs (*Comptes rendus*, p. 875; 1895).

» M'étant proposé une recherche inverse, j'établirai d'abord ce théorème :

» *Étant donné un système d'équations simultanées, tel que*

$$(1) \qquad \frac{dx_1}{X_1} = \frac{dx_2}{X_2} = \ldots = \frac{dx_r}{X},$$

où les X *sont des fonctions quelconques des* x, *il existe* r *fonctions* $Y_1, Y_2, \ldots, Y_r$ *des variables* x *telles que si* Φ *est une intégrale du système en question, la forme linéaire*

$$\sum_{j=1}^{j=r} Y_j \frac{\partial \Phi}{\partial x_j} = Y_1 \frac{\partial \Phi}{\partial x_1} + Y_2 \frac{\partial \Phi}{\partial x_2} + \ldots + Y_r \frac{\partial \Phi}{\partial x_r},$$

en est une autre.

» En effet, on doit alors avoir les deux égalités

$$(2) \qquad \sum_{j=1}^{j=r} X_j \frac{\partial \Phi}{\partial x_j} = 0, \qquad \sum_{i=1}^{i=r} X_i \frac{\partial}{\partial x_i}\left(\sum_{j=1}^{j=r} Y_j \frac{\partial \Phi}{\partial x_j}\right) = 0.$$

» Dérivant la première de ces égalités par rapport à x_i, multipliant

par Y_i et additionnant les égalités ainsi obtenues pour toutes les valeurs de i, il vient

$$\sum_{i=1}^{i=r}\sum_{j=1}^{j=r}\left(Y_i\frac{\partial X_j}{\partial x_i}\frac{\partial \Phi}{\partial x_j} + Y_i X_j\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x_j \partial x_i}\right) = 0,$$

et retranchant cette dernière de la seconde (2) développée, il vient

$$\sum_{i=1}^{i=r}\sum_{j=1}^{j=r}\frac{\partial \Phi}{\partial x_j}\left(X_i\frac{\partial Y_j}{\partial x_i} - Y_i\frac{\partial X_j}{\partial x_i}\right) = 0,$$

ou

$$\sum_{j=1}^{j=r}\frac{\partial \Phi}{\partial x_j}\left(X_1\frac{\partial Y_j}{\partial x_1} - Y_1\frac{\partial X_j}{\partial x_1} + X_2\frac{\partial Y_j}{\partial x_2} - Y_2\frac{\partial X_j}{\partial x_2} + \ldots + X_r\frac{\partial Y_j}{\partial x_r} - Y_r\frac{\partial X_j}{\partial x_r}\right) = 0.$$

» On voit que si l'on pose le système des r équations aux dérivées partielles

$$(3)\quad \left\{ \begin{array}{l} X_1\dfrac{\partial Y_j}{\partial x_1} + X_2\dfrac{\partial Y_j}{\partial x_2} + \ldots + X_r\dfrac{\partial Y_j}{\partial x_r} = Y_1\dfrac{\partial X_j}{\partial x_1} + Y_2\dfrac{\partial X_j}{\partial x_2} + \ldots + Y_r\dfrac{\partial X_j}{\partial x_r} \\ \qquad\qquad (j = 1, 2, \ldots, r). \end{array} \right.$$

il définit, d'une façon complètement indépendante du choix de l'intégrale Φ, les r fonctions Y dont j'ai parlé et que j'appelle les *fonctions adjointes* des fonctions X.

» L'intégration du système (3) est un problème connu, assez simple d'ailleurs, mais qui exige l'intégration préliminaire du système (1). A ce point de vue, il semble que la considération des fonctions adjointes ne soit d'aucun secours pour l'intégration d'un système donné à l'avance, mais il n'est pas utile en général de connaître les fonctions adjointes les plus générales. De simples solutions particulières du système (3) peuvent servir. Tel est, par exemple, le cas des équations canoniques, dont un système de fonctions adjointes dépend de la connaissance d'une seule intégrale. On retrouve ainsi le théorème de Poisson.

» C'est encore le cas pour certaines équations *pseudo-canoniques* qui se rencontrent fréquemment en Mécanique céleste et que j'appelle ainsi à cause de leur analogie de forme avec les équations canoniques.

» Mais il y a plus. D'après la symétrie du système (3) on voit que : *si les* Y *sont des fonctions adjointes des* X, *réciproquement les* X *sont des fonctions adjointes des* Y. Donc, si un système tel que (1) est intégré et que l'on

forme ses fonctions adjointes, on aura un système

$$\frac{dx_1}{Y_1} = \frac{dx_2}{Y_2} = \ldots = \frac{dx_r}{Y_r}$$

tel que si Φ en est une intégrale, l'expression

$$X_1 \frac{\partial \Phi}{\partial x_1} + X_2 \frac{\partial \Phi}{\partial x_2} + \ldots + X_r \frac{\partial \Phi}{\partial x_r}$$

en est une autre.

» Je me propose de développer prochainement ces résultats, ainsi que les applications qui en découlent, dans un Mémoire plus étendu. »

MÉCANIQUE. — *Sur les voûtes en arc de cercle encastrées aux naissances.* Note de M. **Ribière**, présentée par M. Sarrau.

« Soit un cylindre à section annulaire de rayons r_0 et r_1, que je suppose, pour réduire le problème à deux dimensions, de longueur indéfinie, et dont la section est divisée en parties aliquotes, d'ouverture $2\varphi_1$, toutes soumises aux mêmes efforts extérieurs, distribués dans chacune d'elles symétriquement par rapport au plan méridien moyen. Sous l'effet de ces charges, il se produit dans la section droite, à la fois quant aux déplacements et aux efforts élastiques, des ondulations de période $2\varphi_1$. Ces déplacements et efforts sont représentés, avec les notations de Lamé, par les séries suivantes, données dans ma Note insérée au n° 11 des *Comptes rendus* de 1889 :

$$(1)\quad U = \sum\left[-a\frac{m-2\varepsilon}{4(m+1)\varepsilon}r^{m+1} - b\,\frac{m+2\varepsilon}{4(m-1)\varepsilon}\,\frac{1}{r^{m-1}} + \frac{c}{2m}r^{m-1} + \frac{d}{2m}\,\frac{1}{r^{m+1}}\right]\cos m\varphi,$$

$$(2)\quad V = \sum\left[a\frac{m+2(1+\varepsilon)}{4(m+1)\varepsilon}r^{m+1} - b\frac{m-2(1+\varepsilon)}{4(m-1)\varepsilon}\,\frac{1}{r^{m-1}} - \frac{c}{2m}r^{m-1} + \frac{d}{2m}\,\frac{1}{r^{m+1}}\right]\sin m\varphi,$$

$$(3)\quad R = \mu\sum\left[-a\frac{m-2}{2\varepsilon}r^{m} + b\frac{m+2}{2\varepsilon}\,\frac{1}{r^{m}} + c\frac{m-1}{m}r^{m-2} - d\frac{m+1}{m}\,\frac{1}{r^{m+2}}\right]\cos m\varphi,$$

$$(4)\quad \Phi = \mu\sum\left[\ a\frac{m+2}{2\varepsilon}r^{m} - b\frac{m-2}{2\varepsilon}\,\frac{1}{r^{m}} - c\frac{m-1}{m}r^{m-2} + d\frac{m+1}{m}\,\frac{1}{r^{m+2}}\right]\cos m\varphi,$$

$$(5)\quad T = \mu\sum\left[\ a\,\frac{m}{2\varepsilon}\,r^{m} + b\,\frac{m}{2\varepsilon}\,\frac{1}{r^{m}} - c\frac{m-1}{m}r^{m-2} - d\frac{m+1}{m}\,\frac{1}{r^{m+2}}\right]\sin m\varphi,$$

en donnant à m les valeurs $\frac{i\pi}{\varphi_3}$, i étant égal aux nombres entiers successifs,

et à c et d les valeurs

$$c = a\frac{m}{2\varepsilon}r_0^2 - b\frac{m}{2(m-1)\varepsilon}\frac{1}{r_0^{2(m-1)}},$$
$$d = a\frac{m}{2(m+1)\varepsilon}r_0^{2(m+1)} + b\frac{m}{2\varepsilon}r_0^2,$$

qui annulent R et T en tous les points de la surface libre intérieure.

» Ces formules donnent la solution complète du problème de l'équilibre d'élasticité dans certains cas d'un intérêt pratique, tels que ceux des cylindres ou rouleaux pleins ou creux chargés extérieurement. En ce qui concerne les voûtes, le seul cas dans lequel on puisse chercher à les assimiler à la portion $2\varphi_1$ du cylindre est celui où elles sont encastrées aux naissances. Mais il ne suffit pas, dans ce cas, de choisir a et b, qui sont indéterminés, de façon que les valeurs de R et T soient identiques, pour $r = r_1$, aux séries de Fourier représentant les efforts extérieurs donnés. Car, si les formules ci-dessus donnent bien $V = 0$ et $T = 0$ pour $\varphi = \pm\varphi_1$, elles donnent en même temps une valeur de U différente de zéro, les sections extrêmes se déplaçant dans leur plan par suite des déformations du cylindre. Il en résulte que la corde de l'arc change et que, par suite, les conditions de l'encastrement ne sont pas exactement reproduites.

» Pour rendre admissible l'assimilation dont il s'agit, j'ai cherché quelle charge normale doit être appliquée à l'extérieur du cylindre, sur une faible largeur donnée d'avance de part et d'autre des limites des zones $2\varphi_1$, pour y produire un déplacement égal et contraire à celui résultant des efforts extérieurs donnés. Dans ce cas, les ondulations du cylindre sont telles que les points de division de la circonférence extérieure sont fixes, en même temps que les efforts tangentiels et les déplacements perpendiculaires au rayon sont nuls dans toute l'étendue des sections correspondantes. La charge additionnelle ainsi calculée, combinée avec les efforts élastiques qui s'exercent sur ces sections, peut alors être considérée comme équivalant à l'ensemble des réactions des appuis d'une voûte encastrée.

» Prenons en particulier le cas où la voûte ne supporte que des efforts normaux à l'extrados représentés par la série $\Sigma M_1 \cos m\varphi$. Portant les valeurs de a et b qui en résultent dans l'expression de U et adoptant les indices 1 ou zéro, selon qu'il s'agit des surfaces $r = r_1$, ou $r = r_0$, on a

$$U_1 = \sum -\frac{M_1 r_1}{2\mu}\frac{H}{C}\cos m\varphi;$$

en posant

$$C = m - \frac{2(m^2-1)}{m}\frac{r_0^2}{r_1^2} + m\frac{r_0^4}{r_1^4} - \frac{1}{m}\left(\frac{r_0}{r_1}\right)^{2(m+1)} - \frac{1}{m}\left(\frac{r_1}{r_0}\right)^{2(m-1)},$$

$$H = \frac{(1+2\varepsilon)m}{m^2-1} - \frac{2\varepsilon}{m}\frac{r_0^2}{r_1^2} - \frac{m}{m^2-1}\frac{r_0^4}{r_1^4} - \frac{(1+\varepsilon)m+\varepsilon}{(m-1)m(m+1)}\left(\frac{r_0}{r_1}\right)^{2(m+1)} + \frac{(1+\varepsilon)m-\varepsilon}{(m-1)m(m+1)}\left(\frac{r_1}{r_0}\right)^{2(m-1)}.$$

» Une charge additionnelle P′ par unité de surface, régnant aux naissances de $-\varphi_1$ à $-\frac{s-1}{s}\varphi_1$ et de $\frac{s-1}{s}\varphi_1$ à φ_1, est représentée par une série dont le terme général est $(-1)^i\frac{2P'}{i\pi}\sin\frac{i\pi}{s}\cos m\varphi$. En remplaçant M_1 par $(-1)^i\frac{2P'}{i\pi}\sin\frac{i\pi}{s}$, on obtient une valeur U'_1 que l'on rend, pour $\varphi = \pm\varphi_1$, égale et contraire à U_1 en choisissant convenablement P′. Il n'y a plus ensuite qu'à introduire dans les formules la somme des deux charges. Par exemple, pour les efforts Φ, qui sont les plus importants, on a

$$\Phi_1 = \sum -M\frac{F}{C}\cos m\varphi,$$

$$\Phi_0 = \sum M\frac{G}{C}\cos m\varphi;$$

en posant $F = m - \frac{2(m^2+1)}{m}\frac{r_0^2}{r_1^2} + m\frac{r_0^4}{r_1^4} + \frac{1}{m}\left(\frac{r_0}{r_1}\right)^{2(m+1)} + \frac{1}{m}\left(\frac{r_1}{r_0}\right)^{2(m-1)},$

$$G = 2\left(1-\frac{r_0^2}{r_1^2}\right)\left[\left(\frac{r_1}{r_0}\right)^m - \left(\frac{r_0}{r_1}\right)^m\right].$$

» J'ai fait des applications de ces formules pour $M_1 = \frac{2P}{i\pi}\sin\frac{i\pi}{s}$, cas d'une charge P par unité de surface placée au sommet de la voûte et régnant de $-\frac{\varphi_1}{s}$ à $+\frac{\varphi_1}{s}$. A la clef, les résultats ne sont pas très éloignés de ceux que donne la théorie ordinaire de la résistance des matériaux. Mais, aux naissances, les différences sont importantes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la variation diurne de la déclinaison magnétique.* Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

« J'ai montré précédemment (même Tome, p. 254) que la variation diurne de la déclinaison magnétique doit être considérée comme résultant

de la superposition de deux ondes distinctes : l'*onde normale*, correspondant aux époques de calme du Soleil, et l'*onde perturbatrice*, qui dépend des variations de l'activité solaire et est sensiblement proportionnelle au nombre relatif des taches. J'ai indiqué, pour Paris et Greenwich, les lois numériques de l'onde perturbatrice; sa forme est très simple : minimum environ deux heures après le lever du Soleil, elle croît ensuite rapidement, passe par un maximum vers 14^h et décroît, assez vite d'abord, puis de plus en plus lentement. L'amplitude totale de cette onde, pour un nombre relatif de taches égal à 100, est environ de $2'5$ au solstice d'hiver, de $4'$ au solstice d'été et $6'$ aux équinoxes.

» Il est très vraisemblable que l'influence du Soleil ne s'annule pas qnand cet astre est dépourvu de taches. L'onde normale est donc elle-même complexe : une partie est d'origine solaire, l'autre d'origine terrestre. Peut-être sera-t-il possible de séparer ces deux parties en comparant les observations faites dans un grand nombre de stations et s'appuyant sur ce fait que la partie d'origine solaire doit avoir la même forme que l'onde perturbatrice.

» Sans chercher, pour le moment, à faire cette séparation, j'ai représenté l'onde normale par la série harmonique

$$c_1 \sin(t + \varphi_1) + c_2 \sin(2t + \varphi_2) + \ldots,$$

qui a été calculée jusqu'aux termes en $4t$ inclusivement. Les coefficients $c_1, c_2, \ldots, \varphi_1, \varphi_2, \ldots,$ ont une variation bien nette dans le courant de l'année et peuvent être exprimés en fonction de l'époque m, comptée à partir du 1er janvier, minuit. Comme exemples, je donnerai seulement ici, pour Saint-Maur, Greenwich et Batavia, l'expression des amplitudes des deux premiers termes, qui sont de beaucoup les plus importants :

Variation annuelle du coefficient c_1 (terme diurne).

Saint-Maur.... $c_1 = 2',23 + 0',80 \sin(m + 279^\circ) + 0',11 \sin(2m + 284^\circ)$
Greenwich ... $c_1 = 2,33 + 0,77 \sin(m + 278) + 0,10 \sin(2m + 304)$
Batavia ...... $c_1 = 0,67 + 0,57 \sin(m + 97)$

Variation annuelle du coefficient c_2 (terme semi-diurne).

Saint-Maur... $c_2 = 1'.55 + 0',65 \sin(m + 278^\circ) + 0'.10 \sin(2m + 304^\circ)$
Greenwich... $c_2 = 1,45 + 0,61 \sin(m + 80) + 0,23 \sin(2m + 258)$
Batavia ...... $c_2 = 0,71 + 0,19 \sin(m + 42)$

» Les termes en c_1 et c_2 montrent une variation bien nette avec la latitude; mais, dans l'ensemble, les résultats de Saint-Maur et de Greenwich présentent une concordance d'autant plus remarquable que les instruments employés ne sont pas du même modèle; de plus, à Saint-Maur on a utilisé toutes les journées d'observation sans exception, tandis qu'à Greenwich on a supprimé les jours de fortes perturbations.

» Si l'on compare ces résultats avec ceux que j'ai donnés précédemment pour l'onde perturbatrice, on voit que l'onde normale est la plus importante, et ne suit pas les mêmes lois dans sa variation annuelle. Le terme annuel (en $\sin m$) est, dans l'onde normale, beaucoup plus grand que le terme semi-annuel (en $\sin 2m$); dans l'onde perturbatrice, au contraire, les deux termes sont du même ordre de grandeur; le second l'emporte même parfois. On doit en conclure que la partie de l'onde normale qui est d'origine solaire est petite par rapport à celle qui est d'origine terrestre. Cette dernière présente une variation annuelle très prononcée, avec maximum en été et minimum en hiver. Enfin, en passant de l'hémisphère nord à l'hémisphère sud, la phase du terme annuel de c_1 change exactement de 180° (Saint-Maur, 279°; Greenwich, 278°; Batavia, 97°), comme cela a lieu pour la plupart des phénomènes météorologiques, notamment pour la température.

» L'onde perturbatrice, d'origine purement solaire, et l'onde normale, d'origine complexe, mais dans laquelle prédominent les causes terrestres, suivent donc des lois nettement différentes.

» Pour pousser plus loin ces recherches, il ne suffirait pas d'étudier les variations de la déclinaison. Ces variations dépendent, en effet, de trop de causes, par exemple de la direction et de l'intensité du champ, quantités qui sont à la fois fonctions de la position géographique et du temps. Il faudrait traiter directement, d'une manière analogue, les variations d'intensité du champ terrestre. M. Ad. Schmidt (*Acad. des Sciences de Vienne*, Vol. XCVII, 1888) a tenté un premier essai dans ce sens en discutant, pour quatre mois seulement, sept années d'observations de Vienne et quatre de Batavia; mais la période était trop courte pour permettre de formuler la loi du phénomène. Je me propose de continuer cette étude pour l'intensité, comme je l'ai fait pour la déclinaison.

» Le principal obstacle à ces recherches est la longueur des calculs préliminaires (détermination pour chaque mois, individuellement, des coefficients de la série de Fourier), dès qu'il s'agit de discuter une série de quelque durée. Deux observatoires seulement, ceux de Greenwich et de

Batavia, publient régulièrement chaque année, depuis 1883, avec les résumés mensuels de leurs observations, les coefficients des séries harmoniques qui les représentent. Il serait très désirable que cet exemple fût suivi par les principaux observatoires magnétiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Calcul de la formule définitive donnant la loi de la distribution régulière de la composante horizontale du magnétisme terrestre en France au 1er janvier 1896.* Note de M. E. MATHIAS, présentée par M. Mascart.

« J'ai montré, dans une Note antérieure (¹), que les mesures de composante horizontale, faites par M. Moureaux pour la Carte magnétique de la France et ramenées par lui à l'époque uniforme du 1er janvier 1896, sont représentées, abstraction faite des *anomalies*, par la formule

$$(1) \qquad \Delta H = -1,26(\Delta\,\text{long.}) - 7,42(\Delta\,\text{lat.}),$$

dans laquelle ΔH est la différence (X — Toulouse) pour le 1er janvier 1896, exprimée en unités du cinquième ordre décimal, (Δ long.) et (Δ lat.) étant exprimés en minutes d'arc. La formule (1) donne la valeur *calculée* de ΔH, la valeur *observée* étant donnée par

$$(2) \qquad \Delta H = 10^5 . H_{x,96} - 21780,$$

où $H_{x,96}$ est la composante horizontale de la station X au 1er janvier 1896, donnée par M. Moureaux (²) et 21780 la composante horizontale à l'observatoire de Toulouse pour la même date (³).

» Dans le but de déterminer les corrections à apporter aux coefficients de (Δ long.) et de (Δ lat.), corrections qui sont *positives*, ainsi que je l'ai montré dans ma précédente Note, j'ai suivi la marche inverse de celle qui m'a donné la formule (1). Il s'agissait de résoudre par les moindres carrés un système d'équations *fournies exclusivement par les stations régulières*, et

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 554; 1er octobre 1900.

(²) TH. MOUREAUX, *Réseau magnétique de la France au 1er janvier* 1896 (*Annales du Bureau central météorologique pour* 1898).

(³) Obtenue en ajoutant à 0,19600, composante horizontale du Parc Saint-Maur au 1er janvier 1896, le nombre 0,02180, qui est la différence (Toulouse-Parc) pour le commencement de 1896 déduite des observations absolues faites à l'observatoire de Toulouse.

qui sont de la forme

$$\Delta H = x(\Delta \text{ long.}) + y(\Delta \text{ lat.}), \tag{3}$$

x et y étant les constantes de la formule définitive et ΔH ayant la valeur *observée* donnée par la relation (2). Pour diminuer la longueur des calculs j'ai posé

$$x = -1,26 + a, \qquad y = -7,42 + b, \tag{4}$$

a et b étant les corrections à apporter aux coefficients de la formule (1) que l'on sait être très approchée. Les nouvelles équations de condition prennent alors la forme suivante

$$a(\Delta \text{ long.}) + b(\Delta \text{ lat.}) = -(\Delta H \text{ calc.} - \Delta H \text{ obs.}). \tag{5}$$

Le second membre, changé de signe, n'est autre que le résultat de la comparaison des formules (1) et (2), lequel *pour des stations régulières* est inférieur en valeur absolue à 40 unités (du cinquième ordre). Les mesures de M. Moureaux et les miennes m'ont ainsi fourni 381 équations de condition. Une étude attentive de celles-ci m'a montré qu'on diminuait considérablement la valeur absolue des seconds membres, dans la majorité des cas, en posant

$$a = 0,1 + \alpha, \qquad b = 0,1 + \beta. \tag{6}$$

Le second membre des équations en α et β doit être, pour les stations *vraiment régulières*, une erreur d'observation, par suite inférieur en valeur absolue à 40 unités (du cinquième ordre). Cette manière de voir conduit à utiliser 71 anciennes anomalies qui redeviennent régulières et à rejeter comme anomales 26 stations dont 25 étaient d'abord considérées comme régulières (¹).

» Les 426 équations en α et β ainsi obtenues ont été résolues par la méthode des moindres carrés par le service des calculateurs de l'observatoire de Toulouse que M. B. Baillaud a continué de mettre à ma disposition avec une bienveillance dont je lui exprime toute ma reconnaissance. On a obtenu ainsi

$$\alpha = +0,006, \qquad \beta = +0,0001. \tag{7}$$

(¹) La composante horizontale d'Aubusson, d'après la comparaison des formules (1) et (2), correspondait à une anomalie très faible, de 44 unités en valeur absolue; je l'avais admise, cependant, dans le système des 381 équations, et j'ai dû la rejeter définitivement après le changement de variables (6).

On peut considérer les corrections α et β comme pratiquement nulles, de sorte que la formule définitive cherchée est

$$(8) \qquad \Delta H = -1,16(\Delta\,\text{long.}) - 7,32(\Delta\,\text{lat.}).$$

Si l'on appelle *presque entièrement régulier* un département qui ne présente qu'*une* anomalie sur une moyenne de 5 à 6 stations par département, la formule (8) démontre l'existence de 25 départements entièrement réguliers (¹) et de 25 départements presque entièrement réguliers. Parmi ces 50 départements se trouve la grande majorité des départements frontières ou côtiers; de plus, une bonne partie du Finistère, du Cotentin, de la Seine-Inférieure, du bassin de Paris sont réguliers. On peut donc affirmer que la formule (8) donne bien la distribution régulière de la composante horizontale en France à l'époque du 1er janvier 1896.

» En réalité, l'aire d'application de cette formule est beaucoup plus considérable, et j'ai constaté qu'elle donne (²) la composante horizontale des stations suivantes qui sont *régulières :*

» En *Suisse :* Airolo, Arth-Goldau, Bellinzona, Bodio, Brieg, Brügg, Genève, Lucerne, Lugano, Neuchatel, Saint-Gothard, Sion;

» En *Italie :* Aoste, Chiasso, Civita-Vecchia, Cunéo, Florence, Gênes, Livourne, Oneglia, Ortebello, Pise, Pontremoli, Saint-Remy, Sestri-Levante, la Spezzia, Torre-Pellice, Zinola;

» En *Espagne :* Barcelone; en *Autriche :* Vienne; en *Allemagne :* Potsdam.

» La formule (8) permet donc le triage des stations régulières et des stations anomales, ainsi que la fixation en grandeur et en signe du *quantum* des anomalies dans une aire qui est au moins triple de celle de la France.

» Si l'Académie veut bien le permettre, j'aurai occasion de revenir ultérieurement sur cette question. »

(¹) On peut faire des réserves sur l'entière régularité de l'Ardèche, dont M. Moureaux n'a visité que le chef-lieu, Privas.

(²) Toujours pour la date du 1er janvier 1896.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Anémomètre electrique à indications à distance.* Note de M. **Emmanuel Legrand**, présentée par M. Mascart.

« On connaît les difficultés que l'on recontre dans la transmission à distance des indications d'un anémomètre à système centrifuge. L'appareil que j'ai combiné et construit évite ces inconvénients.

» L'arbre du panémone porte un petit anneau Gramme, qui tourne entre les épanouissements polaires d'un fort aimant permanent. La force électromotrice produite est proportionnelle à la vitesse de rotation.

» L'appareil est relié à un voltmètre formé par un galvanomètre Deprez d'Arsonval approprié à cet usage. Le galvanomètre étant fermé sur une faible résistance (celle de l'induit plus celle de la ligne) est amorti : l'aiguille prend sa position d'équilibre sans oscillations. Pour éliminer l'influence de la température, le circuit est composé de fil de manganine.

» On gradue l'appareil empiriquement, ou par comparaison. »

ÉLECTRICITÉ. — *Communications téléphoniques, au moyen de fils étendus sur la neige.* Extrait d'une Lettre de M. **A. Ricco** à M. Janssen.

« Catane, 6 février 1901.

» J'ai le grand plaisir de vous faire savoir que l'expérience de la communication téléphonique entre l'observatoire de l'Etna et Nicolosi, avec une partie du fil simplement posé sur la neige, a parfaitement réussi.

» On a étendu le fil sur la neige depuis l'observatoire jusqu'au bord du plateau, nommé *Piano del Lago;* les transmissions téléphoniques entre l'observatoire et la *Cantoniera* et de l'observatoire à Nicolosi sont excellentes.

» Le gardien, qui connaît le grand avantage de l'opération qu'il a exécutée, m'écrit au sujet de la réussite avec le plus grand enthousiasme.

» Quant à moi, j'ai l'honneur de vous présenter nos remercîments les plus vifs, pour m'avoir conseillé cette expérience si utile et intéressante. »

Remarques sur la Communication précédente; par M. **Janssen**.

« Je vois avec grande satisfaction la réussite de la disposition très simple que j'avais conseillée à M. Ricco et qui consiste à ôter le fil télégraphique ou téléphonique de ses poteaux, à le descendre et à le placer

tout simplement sur la neige, dès que celle-ci a atteint une épaisseur de quelques centimètres.

» D'après les expériences exécutées au mont Blanc, sous ma direction, par MM. Lespieau et Cauro, nous avons constaté, en effet, que la neige ou la glace sont des isolants presque parfaits, et qui permettent des transmissions excellentes.

» On sait que ces expériences avaient été faites à la demande et avec le concours matériel de l'Administration des Télégraphes, expériences auxquelles elle attachait une importance toute particulière.

» La réussite de l'expérience rapportée par M. Ricco présente donc un grand intérêt.

» Désormais les communications entre Catane et l'observatoire de l'Etna ne seront jamais interrompues.

» On comprend toute l'importance de ce résultat à l'égard des lignes placées dans des conditions semblables, pour la continuité de leur fonctionnement en hiver. C'est un nouveau service que l'observatoire du mont Blanc aura rendu à la Science. »

PHYSIQUE. — *Lois de transparence de la matière pour les rayons X* (¹). Note de M. Louis **Benoist**, présentée par M. Lippmann.

« Après avoir établi, dès nos premières recherches sur les rayons X (²), l'hétérogénéité des rayons X et l'absorption sélective exercée sur eux par les corps qu'ils traversent, j'ai étudié, pour un certain nombre de corps, l'influence de leur densité et de leur nature sur cette absorption (³); j'ai montré que, en dehors de quelques cas particuliers, la transparence aux rayons X n'est pas uniquement fonction de la masse, mais que le *pouvoir absorbant* ou *opacité spécifique* augmente en général assez vite avec la densité. J'ai constaté enfin que les corps possèdent une propriété que l'on peut appeler leur *radiochroïsme*, car elle est comparable à la coloration des substances transparentes à la lumière, et en vertu de laquelle le rapport des opacités de deux corps change avec la masse traversée et avec la qualité des rayons X employés, le changement le plus rapide se produisant du côté du corps le plus dense.

(¹) Laboratoire des Recherches physiques, à la Sorbonne.

(²) L. Benoist et D. Hurmuzescu, *Comptes rendus*, 17 février 1896.

(³) L. Benoist, *Comptes rendus*, 18 janvier 1897.

» Continuant ces recherches, je me suis proposé de les étendre au plus grand nombre de corps possible, et aux conditions les plus variées d'épaisseurs traversées et de rayons X employés. L'étude d'environ 120 corps simples ou composés m'a, dès à présent, fourni des résultats assez importants et généraux pour que l'on puisse en déduire les principales lois de transparence de la matière pour les rayons X.

» Indépendamment de notre méthode électrométrique, seule capable de donner des valeurs absolues, j'ai employé les méthodes radioscopique et radiographique, pour lesquelles j'ai établi un dispositif donnant les valeurs relatives d'une façon suffisamment rapide et précise, quels que soient l'état physique et l'épaisseur des corps étudiés; ce dispositif comporte en particulier les précautions nécessaires pour éviter toute intervention appréciable des rayons secondaires ou S, quelle que soit leur provenance.

» Appelons *équivalent de transparence* d'un corps la masse, évaluée en décigrammes, d'un prisme de ce corps ayant 1^{cmq} de base, et produisant sur les rayons X de qualité déterminée, qui le traversent parallèlement à son axe, une absorption déterminée, la même pour tous les corps, par exemple celle que produit un prisme de paraffine de 75^{mm} de hauteur choisi comme étalon de transparence. Cet équivalent définit et permet de calculer l'opacité spécifique moyenne du corps considéré pour l'épaisseur particulière qui correspond à l'étalon choisi, et pour la qualité particulière de rayons X employés.

» La mesure des équivalents ainsi définis fournit un certain nombre de résultats intéressants dont voici les principaux :

» 1° *L'opacité spécifique d'un corps (pour des conditions déterminées comme il a été dit plus haut) paraît indépendante de son état physique;* elle est la même, par exemple, pour l'eau et la glace, etc.; elle est indépendante de la température, etc.

» 2° *L'opacité spécifique paraît indépendante du mode de groupement atomique*, c'est-à-dire des formes cristallines, des états allotropiques, des condensations moléculaires, aux différences de pureté chimique près, bien entendu : elle est la même, par exemple, pour l'alumine anhydre et le corindon, pour les diverses formes de carbone soit cristallisé, soit amorphe, pour le phosphore jaune et le phosphore rouge, etc.; enfin pour des corps isomères, tels que

L'aldéhyde benzylique, C^7H^6O, qui donne....... $E = 61^{gr}$
Et pour la benzoïne, $C^{14}H^{12}O^2$, qui donne....... $E = 60^{gr},5$

» 3° *L'opacité spécifique paraît indépendante de l'état de liberté ou de combinaison des atomes,* et l'équivalent de transparence d'un mélange ou

d'une combinaison peut se calculer au moyen des équivalents de leurs éléments constitutifs, sauf à tenir compte, s'il y a lieu, de la différence de qualité dans l'absorption sélective, c'est-à-dire du radiochroïsme particulier de ces éléments. Il en est de même pour le calcul inverse. Exemples :

Silicium (mesuré)........	E = 15,7	d'où quartz...	calculé..	E = 24
Oxygène (mesuré)........	E = 44,5		mesuré..	E = 24,1
Lithine caustique (mesuré).	57	d'où lithium...	calculé..	113,8
Oxygène (mesuré)........	44,5		mesuré..	115

» En un mot, l'opacité spécifique, rapportée à des conditions bien déterminées, constitue une *nouvelle propriété additive* des corps, comme la masse, le poids atomique, la capacité calorifique atomique, etc., avec l'avantage d'être indépendante de toutes les causes qui font varier cette dernière.

» Cette propriété, paraissant dépendre uniquement de la nature des atomes, conduit à rechercher une relation entre les poids atomiques des différents corps simples et leurs équivalents de transparence pris dans certaines conditions déterminées. Portant les poids atomiques en abscisses et les équivalents en ordonnées, j'ai pu réunir tous les points obtenus par une *courbe régulière, d'allure hyperbolique*, ne laissant subsister que de petits écarts qu'il est possible d'expliquer soit par un défaut de pureté absolue des échantillons étudiés, soit par de légères variations de qualité des rayons X employés. En même temps, j'ai tracé l'hyperbole équilatère passant par l'un des points extrêmes, celui du lithium, et qui a pour asymptotes l'axe des poids atomiques et celui des équivalents. Les deux courbes, sensiblement confondues pour les poids atomiques les plus faibles, s'écartent ensuite notablement l'une de l'autre, mais avec un maximum d'écart dans la région des poids atomiques 40 à 50, où se trouve le sommet de la courbe.

» La courbe obtenue représente *une loi générale de transparence de la matière pour des conditions déterminées d'épaisseur et de rayons X*, dans lesquelles l'opacité spécifique est liée au poids atomique par une relation généralement plus complexe que la simple proportionnalité.

» Mais on peut passer de ces conditions à d'autres par trois procédés principaux :

» En modifiant l'état du tube radiogène, le *ramollissant* ou le *durcissant* par chauffage, osmorégulation, etc.;

» En modifiant l'*épaisseur étalon*, ce qui entraîne pour les corps étudiés une variation correspondante de masse, et par suite une sélection plus ou moins complète des rayons X qui les traversent;

» En interposant entre le tube radiogène et les corps étudiés des *écrans* plus ou moins *radiochroïques* (plomb, soufre, etc.) et plus ou moins *épais*.

» On voit alors les équivalents de transparence augmenter ou diminuer ensemble, mais non de quantités proportionnelles, ce qui correspond à une déformation progres-

sive de la courbe initiale. En d'autres termes, on obtient un faisceau de courbes d'isotransparence dont chacune représente une loi particulière de transparence de la matière; les unes s'éloignent de l'hyperbole équilatère, elles correspondent à des rayons X très mous et peu pénétrants; les autres s'en rapprochent au contraire et la comprennent même quand les rayons X deviennent plus durs et plus pénétrants, ou quand on interpose des écrans plus radiochroïques et plus épais.

» On peut donc formuler une quatrième conclusion :

» 4° *L'opacité spécifique des corps simples, mesurée dans des conditions bien définies, est une fonction déterminée et croissante de leur poids atomique, affectant la forme d'une proportionnalité directe, pour des rayons X suffisamment pénétrants et suffisamment homogènes.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelles recherches sur la convection électrique* (¹). Note de M. V. **Crémieu**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une précédente Note (²), j'ai exposé comment j'avais repris les expériences de M. Rowland et de M. Himstedt, et montré que les déviations obtenues par ces savants semblaient être dues à d'autres causes que l'effet magnétique de la convection électrique.

» Dans tous ces essais, on étudiait l'effet, sur une aiguille aimantée, d'un disque électrisé tournant entre des armatures fixes reliées au sol et interposées entre le disque et l'aiguille.

» Le rôle joué par ces armatures n'est pas facile à déterminer; on a objecté qu'il pourrait suffire à expliquer à la fois le résultat positif de M. Rowland et le résultat négatif de mes essais, tout en laissant entière la question de l'existence de l'effet magnétique de la convection.

» J'ai alors entrepris une nouvelle expérience dans laquelle aucune couche métallique ne se trouve interposée entre l'aiguille et le disque tournant.

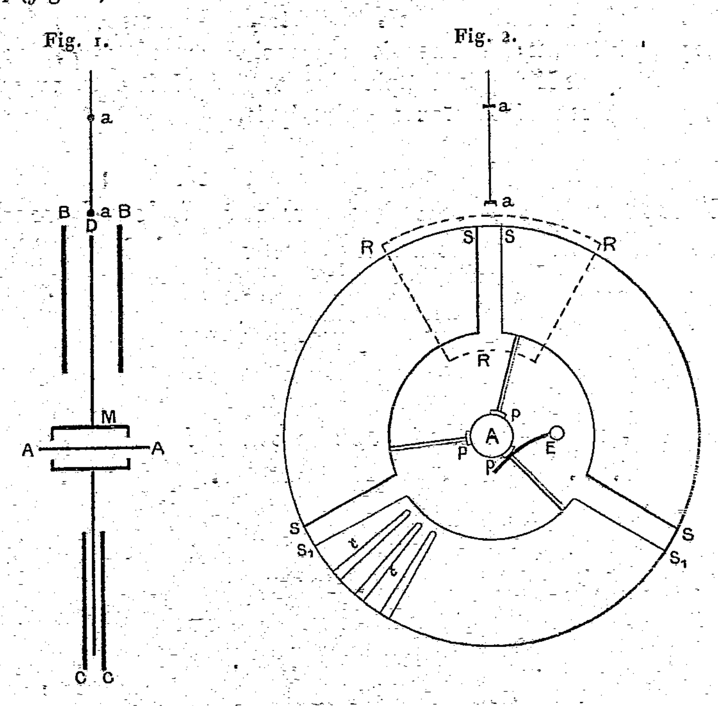
» Un disque en ébonite D (*fig.* 1) tourne sur un moyeu M autour d'un axe fixe AA. Il est doré suivant trois secteurs SS (*fig.* 2); chaque secteur communique par une bande dorée avec un plot *p* placé sur le moyeu M dans un anneau d'ébonite. Les secteurs sont très soigneusement isolés les uns des autres. Chacun d'eux est en outre divisé, par de petits traits radiaux *tt* de 2^{mm} de large, en une série de petits secteurs

(¹) Travail effectué au Laboratoire de Recherches physiques, à la Sorbonne.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 797; 1900.

communiquant seulement par leur partie interne, ainsi que le montre une partie du secteur $S_1 S_1$ (*fig.* 2).

Fig. 1. Fig. 2.



» La moitié inférieure du disque est comprise entre deux plateaux de verre CC recouverts, sur leurs faces externes, de papier d'étain relié au sol. Les dimensions sont telles que la capacité électrostatique C.G.S. d'un secteur SS compris entre ces deux plateaux est sensiblement égale à 140.

» La moitié supérieure du disque est comprise entre deux plateaux d'ébonite BB, recouverts d'étain sur leurs faces extérieures, et distants du disque de 10^{mm}, de façon à pouvoir placer un système astatique au voisinage immédiat du disque et plus près de celui-ci que des plateaux fixes.

» De plus, le papier d'étain qui recouvre ces plateaux a été enlevé suivant un secteur de 60° RRR, dont la bissectrice correspond à la région qu'on veut étudier avec le système astatique.

» Un balai E permet de charger les secteurs; il est disposé de telle façon que chaque secteur se charge au moment où il est compris entre les plateaux inférieurs CC. Il s'isole ensuite et vient agir sur le système astatique. Les sillons *tt* sont destinés à limiter les courants de conduction qui se produisent dans chaque secteur par suite du passage de la grande capacité CC à la faible capacité BB.

» J'ai essayé plusieurs formes de systèmes astatiques protégés seulement des courants d'air par un écran diélectrique. Mais, dans ces conditions, il est impossible de supprimer, par symétrie seule, les effets électrostatiques directs.

» J'ai alors opéré avec un système astatique constitué par des aiguilles fixées sur

une feuille de mica, protégé par des écrans électriques en papier graphité, ou en papier d'étain, ou, enfin, en cuivre rouge de $\frac{4}{10}$ de millimètre d'épaisseur.

» Le système a été placé d'abord dans le plan du disque tournant, l'aiguille inférieure à 12^{mm} au-dessus du bord supérieur du disque, puis je l'ai déplacé en avant du disque en le rapprochant peu à peu du centre.

» Les données des expériences étaient les mêmes que dans la série précédente ([1]).

» *J'ai constaté ainsi que le disque tournant chargé ne produit aucun effet magnétique.*

» Mais j'ai trouvé en même temps qu'il est très facile d'obtenir des déviations présentant tous les caractères de réversibilité attendus des effets de la convection, et s'accordant même avec ceux-ci comme ordre de grandeur.

» Seulement ces déviations sont toujours d'origine électrostatique ou causées par des étincelles ou des aigrettes.

» On les observera chaque fois que le système suspendu n'aura pas été très soigneusement désélectrisé et ne sera pas protégé par un écran électrique très bon conducteur. Un tube de papier graphité, qui constitue pour des corps au repos un écran électrique parfait, est tout à fait insuffisant lorsque ces corps se déplacent très rapidement.

» D'ailleurs, j'ai vérifié par toute une série de recherches que les déviations obtenues restaient les mêmes si l'on supprimait sur la lame de mica les aiguilles aimantées; quant à leur ordre de grandeur, on le fait varier à volonté en changeant plus ou moins la charge électrique de la lame de mica.

» En remplaçant le mica par de l'aluminium, on a encore des phénomènes analogues, mais réversibles seulement avec le signe de la charge et plus avec le sens de la rotation. La polarisation du mica doit donc intervenir.

» La direction des courants d'air électrisés provenant de la rotation du disque joue aussi un rôle, mais il est très difficile de le définir exactement.

» Enfin, toutes les fois que le système suspendu, quel qu'il soit, est protégé par un écran électrique très conducteur, on ne peut obtenir aucune déviation de cette nature.

» De plus, il arrive souvent qu'au moment où l'on change le signe de la charge du disque, une étincelle, ou même une sorte de pinceau de décharge à peine lumineux, se produit entre le disque et les plateaux fixes.

» Ceci cause, sur l'aiguille aimantée, des impulsions réversibles à la

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 797; 1900.

fois avec le signe de la charge et le sens de la rotation; le peu de stabilité du zéro de systèmes aussi sensibles fait qu'il peut résulter de ces impulsions des déviations permanentes faibles.

» D'ailleurs, la disposition même de ces expériences, dans lesquelles un appareil d'observation extrêmement délicat et sensible se trouve placé dans une région qui est le siège de perturbations de toute nature, rend très difficile l'élimination des causes d'erreur. Les bonnes séries de lectures sont rares. Il est très explicable qu'on ait pu se tromper.

» Avec la méthode que j'ai employée auparavant [1] et où j'observais les effets d'induction de la convection électrique, les résultats étaient beaucoup plus nets, simplement parce que l'appareil de mesure, un galvanomètre, pouvait être placé aussi loin qu'on voulait de l'appareil d'expérience.

» Mais le résultat final demeure le même, et il paraît bien établi que, *dans les conditions des expériences de MM. Rowland et Himstedt, et dans les miennes, la convection électrique ne produit pas d'effet magnétique.* »

ACOUSTIQUE. — *Sur les impressions musicales (physico et psychophysiologie).* Note de M. **Firmin Larroque**, présentée par M. A. Cornu.

« Le phénomène de synchronisation des éléments de l'accord musical sur lequel est basée ma théorie de l'*impression globale harmonique* résultant de réactions intervibratoires qui ne peuvent s'exercer qu'au moment et au point d'émission, il s'ensuit que, lorsque la synchronisation n'a pas lieu, l'impression perçue ne peut être que polyphonique.

» Lorsque l'émission des composants d'un accord n'est pas synchrone, ce ne peut être que par un phénomène de mnésie que l'auditeur croit percevoir l'*impression harmonique globale* concurremment avec l'*impression polyphonique*, qui seule est réelle.

» J'ai montré comment on est conduit à admettre l'existence de trois types de vibration nerveuse, caractérisés par la forme de l'amortissement, et à supposer que le phénomène dénommé *vibration nerveuse* est constitué physiquement par un ensemble vibratoire divisible en trois phases : phase d'amplitude croissante, phase d'amplitude stationnaire, phase d'amortissement. L'expérience confirme cette manière de voir.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1544; 1900.

» Si, par exemple, on recherche quel est le régime de courant électrique le mieux approprié à la production de contractions musculaires au nombre de 10 par seconde, la question se présente de la façon suivante : la décharge du condensateur, qui n'est au fond que l'amortissement d'une impulsion unique de courant, ne peut être utilisée; le courant sera de force électromotrice aussi peu élevée que possible, et astreint à varier d'intensité, en moins de $\frac{1}{20}$ de seconde, continûment ou par ondulation, de zéro à un maximum ; il peut encore être alternatif.

» Les expériences que j'ai faites sur moi-même ont établi que le courant alternatif devait être éliminé et que le courant croissant ondulatoirement était le plus favorable à la production de la contraction périodique. La corrélation existant entre le régime du courant d'excitation et celui de la vibration nerveuse est évidente.

» Une autre confirmation de mes idées théoriques m'a été fournie par les impressions visuelles. Au moyen d'écrans appropriés, j'ai fait varier l'éclairement d'une page imprimée, de façon que pendant la durée d'une émission (il y en avait 10 par seconde) il restât uniforme ou bien crût continûment ou ondulatoirement. J'ai trouvé que l'éclairement ondulatoirement croissant (avec petit stade final de luminosité maximum) est le plus favorable à la netteté de la vision. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation et la décomposition des acétals.* Note de M. **Marcel Delépine.**

« Dans mes précédentes recherches thermochimiques sur les acétals d'alcools monavalents et plurivalents (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 684 et 745; 1900), j'ai indiqué que la réaction génératrice devait être limitée par la réaction inverse de l'eau sur l'acétal formé; soit

$$R - CHO + 2R'(OH) \rightleftarrows R - CH(OR')^2 + H^2O.$$

» Cette notion de *limite* ne me paraît pas avoir été jusqu'ici exprimée et je demande à l'Académie la permission d'exposer quelques résultats; les détails des expériences paraîtront ailleurs et les faits antérieurement découverts par d'autres auteurs y seront en même temps signalés.

» Le point dominant est que les lois qui régissent la formation et la décomposition des acétals se rapprochent singulièrement de celles de l'éthérification et de la saponification : on ne saurait mieux dire que les

acétals sont des éthers de l'aldéhyde fonctionnant comme une sorte d'acide bibasique. Si l'on fait abstraction de leur stabilité vis-à-vis de l'eau ou des alcalis, qui les fait ressembler aux éthers-oxydes, leurs autres propriétés les rendent assimilables aux éthers-sels.

» Les expériences ont surtout porté sur le méthylal, qui peut être ici pris pour type, comme l'éther acétique l'est pour les éthers-sels, mais j'ai aussi étudié sommairement d'autres formals, comme ceux des alcools éthylique, propylique, ceux du glycol, de l'érythrite, de la mannite, et même aussi l'acétal de ce dernier polyalcool. L'avantage des formals réside en ce que l'aldéhyde formique peut se doser, soit par la méthode de Romijin (par I en sol. alcaline), soit par celle de MM. Brochet et Cambier (action du chlorhydrate d'hydroxylamine). Voici les principaux résultats, accompagnés de quelques exemples destinés à les éclaircir.

» La réaction est limitée et la limite est la même, que l'on parte des composants ou de l'acétal et de l'eau. C'est ainsi, par exemple, que le système $CH^2O + 2CH^4O$ a fourni 0,76 du méthylal possible, après quelques heures à 100°, tandis que le système inverse $CH^2(OCH^3)^2 + H^2O$ a cessé de se décomposer lorsque 0,22 du méthylal furent dédoublés; de même, le système $CH^2O + 4CH^4O$ a fourni 0,916 de méthylal alors que le système réciproque $CH^2(OCH^3) + 2CH^4O + H^2O$ a laissé subsister 0,913 de méthylal. Il en est encore ainsi, même s'il y a primitivement de l'eau; les systèmes réciproques de l'érythrite, par exemple,

$$2CH^2O + C^4H^6(OH)^4 + 8H^2O \quad \text{et} \quad C^4H^6O^4(CH^2)^2 + 10H^2O$$

ont cessé de réagir lorsque 0,575 du diformal de l'érythrite furent formés, d'une part, et lorsqu'il resta 0,573 de ce même diformal, d'autre part. La mannite, le glycol donnèrent des résultats analogues; enfin, le triacétal de la mannite en présence de $3 \times 16H^2O$ laissa subsister 0,33 de l'acétal primitif.

» La présence de l'eau abaisse la limite. C'est ce que montre le Tableau écourté suivant, tiré indifféremment des réactions directes ou inverses :

		Limite.			Limite.
Méthylal	$+ H^2O$...	0,78	Diformal de l'érythrite	$+ 2 \times H^2O$...	0,89
»	$+ 4H^2O$...	0,58	»	$2 \times 5H^2O$...	0,57
»	$+ 128H^2O$...	0,02	»	$2 \times 16H^2O$...	0,42
Formal dipropyl.	$+ H^2O$...	0.785	Triformal de la mannite	$+ 3 \times 5H^2O$...	0,75
»	$+ 64H^2O$...	0,06	»	$+ 3 \times 128H^2O$...	0,32

Si ce Tableau était complet, on y remarquerait assez nettement que les limites les plus élevées en présence d'une même dose d'eau appartiennent aux formals d'alcools polyatomiques que j'ai signalés comme dégageant d'autant plus de chaleur (à partir du système : aldéhyde + alcool) que l'atomicité était plus élevée. On y verrait aussi que les formals du méthanol, de l'éthanol, du propanol et du glycol ont pour limite environ 0,76-0,78, quand il n'y a pas d'eau à l'origine de la réaction formatrice, tandis que pour l'érythrite cette limite est 0,89 et qu'elle est vraisemblablement plus élevée encore pour la mannite. Mais ici, les conditions physiques de solubilité paraissent inter-

venir trop efficacement pour que la discussion de ces résultats puisse être engagée avec certitude, et ces mêmes conditions contribuent puissamment à donner à chaque acétal un caractère propre qui manque davantage aux éthers-sels.

» La présence d'un excès d'alcool ou d'aldéhyde élève la limite, mais inégalement [1]; cela résulte des valeurs suivantes :

$CH^2O + 2CH^4O\ldots$	lim = 0,78	$CH^2O + 2CH^4O + 15H^2O\ldots$	lim = 0,303
$CH^2O + 4CH^4O\ldots$	0,91	$CH^2O + 4CH^4O + 15H^2O\ldots$	= 0,545
		$2CH^2O + 2CH^4O + 15H^2O\ldots$	= 0,36

» La température active les réactions; c'est là une observation qui n'a rien de spécial. Il est inutile de dépasser 100°, s'il y a en présence un agent auxiliaire.

» La présence des acides est extrêmement efficace comme agent auxiliaire et peut-être est-elle nécessaire pour la décomposition. A cet égard, je citerai les expériences suivantes : le système $CH^2(OCH^3)^2 + 16H^2O$ n'a pas donné d'indice de décomposition après quarante heures à 100°, en l'absence d'acide, et tout au plus 1 pour 100 après deux cent seize heures; alors qu'avec de l'eau contenant 2 pour 100 d'HCl la réaction est complète après quelques heures et probablement même en moins d'une. A la température ordinaire, la réaction devient assez lente pour qu'on puisse suivre les progrès de la réaction en présence d'eau acidulée, au titre HClN, $HCl\frac{N}{2}$, $SO^4H^2\frac{N}{2}$, ... Sans donner le détail des nombreuses déterminations faites sur la marche de la décomposition, je rappellerai seulement que la vitesse de cette décomposition est plus rapide avec HClN qu'avec $HCl\frac{N}{2}$, qui surpasse lui-même de beaucoup $HCl\frac{N}{16}$; enfin, $SO^4H^2\frac{N}{2}$ active près de 2,5 fois moins que $HCl\frac{N}{2}$ et l'acide acétique a une action extrêmement faible. Ces résultats viennent se ranger à côté de tous ceux que l'on connaît, soit sur la saponification, soit sur l'interversion.

» Il y a avantage à employer un excès d'alcool plutôt que l'excès correspondant d'aldéhyde.

» La formation peut avoir lieu en l'absence d'acides, mais elle est singulièrement favorisée par leur présence; faits encore essentiellement analogues à ceux que l'on observe dans l'éthérification (M. Berthelot, *Ann. de Chimie et de Phys.*, 5e série, t. XV, p. 220; 1878).

» Enfin, la décomposition et la formation des systèmes agissant en présence de HCl peut se représenter en fonction du temps par des logarithmiques, courbes ordinaires de ce genre de réactions.

» Bien entendu, la nature de l'acide et sa concentration, si elle n'est pas trop grande, ne changent rien à la limite. Celle-ci paraît seulement diminuer un peu par l'élévation de température.

» Tels sont les faits principaux qui mettent la limite hors de doute. Une dernière question se pose. Certains corps réputés être des acétals, les saccharoses ou bioses, par exemple, ont-ils une limite de dédoublement ?

A priori, il semble que non; mais il faut réfléchir que l'on fait toujours intervenir beaucoup d'eau, et que parties égales de biose et d'eau constituent déjà un système de 20 molécules d'eau pour 1 molécule de biose. Or, M. Wohl nous a appris qu'en solution concentrée il y a réellement des phénomènes de retour, de *réversion;* ceux-ci attestent évidemment l'existence d'une limite analogue à celle des acétals. Mais ce n'est pas tout, le but est souvent dépassé; le biose formé peut réagir en vertu de réactions analogues qui se poursuivent, et ainsi naissent les substances dextriniformes qui peuvent masquer le produit primordial de la réversion et en rendre l'extraction très pénible. Il suffira de rappeler l'histoire de l'isomaltose de M. Ém. Fischer. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'élimination du méthane dans l'atmosphère.* Note de M. V. Urbain, présentée par M. H. Moissan.

« La composition de l'air atmosphérique a été l'objet dans ces dernières années de remarquables travaux. Mais il est un point qui, depuis les recherches des premiers chimistes du siècle, paraît avoir été négligé : c'est le mécanisme de l'élimination du méthane.

» Ce gaz se dégage en abondance à la surface de la terre : indépendamment des sources de ce gaz qui existent dans beaucoup de pays, ce carbure est un produit constant de la fermentation des matières cellulosiques. Popoff a démontré qu'à l'abri de l'air, les substances hydrocarbonées se décomposent en acide carbonique, eau et méthane, ce dernier gaz présentant un volume sensiblement double du premier.

» Cependant les résultats des analyses, faites en 1884 par MM. Müntz et Aubin et, en 1900, par M. Arm. Gautier, comparés à ceux obtenus par Boussingault, montrent que la proportion du méthane dans l'air atmosphérique n'a pas augmenté. Ce gaz, comme l'acide carbonique, doit donc être éliminé au fur et à mesure qu'il se produit.

» Abandonnant l'ancienne hypothèse de Volta qui pensait que le méthane devait être brûlé par l'oxygène de l'air sous l'influence de la foudre et que cette combustion était la cause des aurores polaires, Davy ayant démontré qu'un volume de méthane, dilué de 17 volumes d'air, ne s'enflamme plus, et supposant que le formène pouvait être lentement oxydé par l'ozone atmosphérique, j'ai fait passer dans l'ozoniseur de M. Berthelot un très lent courant d'air contenant 1 pour 100 de méthane. Voici les résultats de l'expérience :

» 2^{lit} d'air contenant 20^{cc} de méthane ont traversé l'ozoniseur. Durée de l'expérience : cinq heures. Retrouvé dans le gaz fortement ozoné sortant de l'appareil $13^{cc},7$ de méthane.

» Ainsi, dans ces conditions éminemment plus favorables que celles qui peuvent exister dans l'atmosphère, le tiers à peine du gaz carburé a été brûlé. Il est donc bien difficile d'admettre que l'ozone fut l'unique cause de l'élimination du méthane atmosphérique.

» J'ai supposé alors que les plantes pouvaient jouer vis-à-vis du méthane le rôle qu'elles jouent vis-à-vis de l'anhydride carbonique. Pour justifier cette hypothèse, j'ai enfermé hermétiquement des plantes dans des vases de verre contenant environ 1300^{cc} d'air additionné d'un volume connu de méthane. Les racines des plantes plongeaient dans une couche de sable humide. Pour doser le méthane à la fin de l'expérience, je déplaçais les gaz remplissant le vase par de l'eau et je les faisais passer d'abord dans des tubes à potasse caustique et à ponce sulfurique, puis sur une colonne d'oxyde de cuivre de $0^{m},80$ de longueur, chauffé au rouge, pour brûler le carbure d'hydrogène, et enfin dans de nouveaux tubes à ponce sulfurique et à potasse. Voici quelques résultats d'expériences (¹) :

Dates des expériences.	Volume de méthane introduit.	Proportion du méthane dans l'air.	Durée de l'expérience.	Volume du méthane disparu.	Volume du méthane retrouvé dans l'appareil.
Juin 1895	50^{cc}	$\frac{1}{25}$	6^{jours}	38^{cc}	12^{cc}
Juin 1895	100	$\frac{1}{12}$	»	80,5	19,5
Août 1895	100	$\frac{1}{12}$	11	78,7	21,3
Septembre 1895	100	$\frac{1}{12}$	10	82	18
Septembre 1897	24	$\frac{1}{50}$	7	24	0
Septembre 1897	100	$\frac{1}{12}$	10	74	26
Octobre 1897	24	$\frac{1}{50}$	10	20	4
Septembre 1900	40	$\frac{1}{34}$	7	21	19

» Pour apprécier les causes d'erreur que comportait cette méthode expé-

(¹) Ces expériences datent de plusieurs années; je ne les avais pas publiées, par suite des nombres souvent peu concordants que j'avais obtenus pour le carbone et l'hydrogène dans le dosage du méthane. Les recherches récentes de M. Arm. Gautier expliquent ces discordances. J'ai calculé le volume du méthane non absorbé dans ces expériences par la quantité de l'hydrogène brûlé par l'oxyde de cuivre.

rimentale, notamment la solubilité du méthane dans l'eau servant au déplacement du gaz, j'ai fait quelques expériences sans mettre de plantes dans l'appareil :

Juillet 1895........	40^{cc}	$\frac{1}{34}$	8^{jours}	$1,5^{cc}$	$38,5^{cc}$
Juillet 1895........	24	$\frac{1}{50}$	»	1,2	22,8

» Les quantités de méthane absorbées par les plantes dans ces conditions ont donc varié de 20^{cc} à 82^{cc}.

» Ces résultats semblent démontrer que ce sont les végétaux qui, en absorbant le méthane, s'opposent à son accumulation dans l'atmosphère et justifient une fois de plus le rôle qu'on leur attribue généralement de purificateurs de l'air. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des éthers d'acides gras monobasiques sur les combinaisons organomagnésiennes mixtes.* Note de M. V. **Grignard**, présentée par M. H. Moissan.

« J'ai signalé récemment (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1322) la formation des combinaisons organomagnésiennes de la forme RMgI ou RMgBr et j'ai indiqué leur action sur les aldéhydes et les cétones. Les synthèses que j'ai réalisées dans cette voie, et qui seront prochainement publiées en détail, me permettent d'affirmer que cette nouvelle méthode, outre ses avantages particuliers de simplicité, de rapidité et de rendement, est beaucoup plus générale que celle de Wagner-Saztzeff.

» Poursuivant mes recherches, j'ai étudié l'action de ces combinaisons sur les éthers d'acides gras monobasiques et particulièrement sur les éthers formique et acétique.

» On sait en effet que les composés organozinciques, en dehors du zinc allyle, ne réagissent que sur les éthers formiques, et encore avec de médiocres rendements. J'ai reconnu que l'emploi des combinaisons organomagnésiennes permettait, comme dans les cas précédemment étudiés, de généraliser la méthode.

» I. Pour étudier la réaction, j'ai fait réagir l'éthyl-bromure de magnésium sur le formiate d'éthyle et j'ai reproduit ainsi le diéthylcarbinol avec un rendement de 73 pour 100. La réaction se passe vraisemblablement en deux phases comme avec

les composés organozinciques :

$$1^\circ \quad HCO^2C^2H^5 + C^2H^5MgBr = HC\begin{cases} OMgBr \\ OC^2H^5; \\ C^2H^5 \end{cases}$$

$$2^\circ \quad HC\begin{cases} OMgBr \\ OC^2H^5 \\ C^2H^5 \end{cases} + C^2H^5MgBr = HC\begin{cases} OMgBr \\ C^2H^5 \\ C^2H^3 \end{cases} + C^2H^5OMgBr.$$

» Le produit de la première phase reste dissous dans l'éther, celui de la deuxième se sépare au bout de quelques heures sous forme d'un liquide visqueux qu'on décompose par l'eau.

» Mais avec les termes plus élevés la réaction est différente et conduit à des résultats particulièrement intéressants.

» Par l'action de l'isoamylbromure de magnésium sur le formiate d'éthyle, on obtient, en effet, un liquide incolore mobile, d'odeur faible, agréable, bouillant à 100°-101° sous 8mm et qui n'est pas, comme on devrait s'y attendre, le diisoamylcarbinol, mais le formiate de cet alcool (1)

» Saponifié par la potasse alcoolique, il se transforme intégralement en formiate de potassium et d'isoamylcarbinol, liquide incolore, peu mobile, d'odeur fraîche et agréable, bouillant à 105° sous 9mm.

Trouvé	$C = 76,44$	$H = 14,22$
Pour $C^{11}H^4O$.........	$C = 76,74$	$H = 13,95$

» Une autre particularité du corps obtenu mérite d'être signalée. La réfraction moléculaire déterminée sur deux échantillons bien purifiés a été trouvée égale à 60,171 et 59,94, tandis que la réfraction moléculaire serait pour le formiate de diisoamylcarbinol 59,044 (incréments de Conrady). Mais les nombres trouvés correspondent très nettement à la formule isomère $C^5H^{11}C(OH) = C(OH) - C^5H^{11}$ (59,985) avec laquelle on peut encore aisément expliquer l'action de la potasse.

» Les différentes expériences que j'ai faites pour vérifier cette constitution ne m'ont donné jusqu'à présent que des résultats négatifs.

» L'isobutylbromure de magnésium semble former le terme de passage entre les réactions normales et les réactions anormales.

» Il conduit en effet à un mélange de diisobutylcarbinol et de son formiate bouillant à 173°-175° sous 750mm et dont la saponification fournit le diisobutylcarbinol, liquide incolore, peu mobile, d'odeur forte, bouillant à 172°-174° sous 752mm (1).

» Je l'ai d'ailleurs identifié avec celui que j'ai préparé par l'action du valéral sur l'isobutylbromure de magnésium.

---

(1)	Trouvé....................	$C = 71,97$	$H = 12,1$
	Pour $C^{12}H^{24}O^2$...........	$C = 72,00$	$H = 12,00$
(2)	Trouvé.............	$C = 75,04$	$H = 13,90$
	Pour $C^2H^{20}O$	$C = 75,00$	$H = 13,89$

» II. Avec l'éther acétique, la réaction paraît être normale dans toute la série.

» La première phase fournit un liquide visqueux qui se sépare de l'éther pendant l'opération et qui ne tarde pas à se transformer en une masse bien cristallisée.

» Par l'action du méthyliodure de magnésium sur l'acétate de méthyle, j'ai reproduit le triméthylcarbinol cristallisable de Boutlerow avec un rendement de 82 pour 100.

» Avec l'isoamylbromure de magnésium on obtient le méthyldiisoamylcarbinol, liquide incolore, légèrement visqueux, dont l'odeur rappelle beaucoup celle du beurre frais, bouillant à 108°-109° sous 10mm (1).

» On peut donc présumer, d'après les résultats déjà acquis, que l'emploi des combinaisons organomagnésiennes mixtes permettra de simplifier et de généraliser la plupart des méthodes de synthèse pour lesquelles on a utilisé jusqu'ici les composés organozinciques, mais encore d'en instituer de nouvelles prévues par la théorie, mais pratiquement irréalisables au moyen du zinc. C'est dans ces deux voies que je poursuis mes recherches. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'absorption de la lumière par les indophénols.* Note de MM. **P. Bayrac** et **C. Camichel**, présentée par M. Haller.

« Les indophénols à azote tertiaire, que l'un de nous a préparés (2) et que nous avons étudiés (*Comptes rendus*, t. CXXII) présentent tous dans un même dissolvant (alcool, par exemple) un spectre *analogue*, ils possèdent tous une bande rouge qui semble caractéristique de ces indophénols.

» Tel est le fait qui a été énoncé par nous et que personne n'a contredit.

» M. Lemoult a étudié la série d'indophénols obtenus par l'oxydation de mélanges de *p*-phénylènediamine et de phénol ou d'*o*-crésol qui ont en position para, par rapport à l'azote qui relie les deux noyaux, un azote primaire au lieu d'un azote tertiaire, et a trouvé que cette série de corps, dont nous n'avons pas encore achevé la préparation (3) présente une bande rouge *déplacée* par rapport à celle que donnent les premiers indophénols.

---

(1) Trouvé .... C = 77,26 H = 14,09
Pour $C^{12}H^{26}O$ .... C = 77,42 H = 13,95

(2) Bayrac, *Thèse*, 1895. Gauthier-Villars.

(3) Il nous semble nécessaire d'obtenir les corps que nous étudions à l'état cristallisé; les produits industriels présentant beaucoup d'impuretés qui peuvent fausser les résultats. En voici un exemple : on forme une bande d'absorption (par exemple, indophénol); en regardant cette bande à travers un verre vert, cette bande paraît se déplacer

» Nous ne contestons pas ce déplacement de la bande rouge sous l'influence de l'azote. Il existe peut-être, en tout cas il n'est nullement démontré par les expériences de M. Lemoult, ou plutôt ce *déplacement n'a aucun sens précis*.

» M. Lemoult définit la position des bandes d'absorption en prenant la moyenne entre les divisions du micromètre, qui correspondent aux extrémités apparentes de la bande. Il paraît n'avoir pas remarqué que l'une de ces extrémités (au moins dans les indophénols à azote tertiaire) est *non la fin de la bande, mais la limite des radiations visibles*, limite par conséquent variable avec l'éclat du spectre.

» C'est ce que nous allons démontrer.

» Dans un spectroscope très dispersif (4 prismes de flint lourd) la partie supérieure de la fente est éclairée par un faisceau lumineux qu'on peut atténuer dans un rapport constamment connu, la partie inférieure de la fente est éclairée par un faisceau lumineux sur le trajet duquel on place la dissolution d'indophénol. Les deux spectres sont amenés à l'égalité avant l'interposition de la dissolution. Cette égalité a lieu simultanément pour toutes les radiations des deux spectres, les deux sources étant identiques; on interpose la dissolution d'indophénol, on amène l'égalité à l'extrémité la plus réfrangible de la bande; l'égalité n'a pas lieu pour les autres portions de la bande et l'on voit immédiatement que la dissolution d'indophénol laisse passer d'autant plus de lumière qu'on s'approche davantage de l'infra-rouge.

» Voici un exemple : *indophénol du thymol*

$$\begin{array}{l} \quad CH^3 \\ O\langle\bigcirc\rangle C = Az - C^6H^4 - Az(CH^3)^2 \\ \quad CH\langle^{CH^3}_{CH^3} \end{array}$$

Ces valeurs du coefficient K par lequel il faut multiplier l'intensité incidente pour avoir l'intensité émergente augmentent de plus en plus quand on se rapproche de l'infra-rouge.

Nombre de tours de la vis micrométrique qui déplace la lunette astronomique.		
0.......	K = 0,424	extrémité du spectre visible
3.......	K = 0,146	
6.......	K = 0,046	
9.......	K = 0,010	cette radiation correspond à $\lambda = 0^{\mu},666$.

---

vers le jaune, car les rayons situés du côté de l'infra-rouge sont plus affaiblis que les rayons situés de l'autre côté de la bande; une impureté verte produirait donc un déplacement dans ce sens.

» La conclusion est la même pour tous les indophénols examinés :

» *Indophénols du phénol, orthocrésylol, métacrésylol, paraxylenol, orthoéthylphénol, isopropylphénol, carvacrol, thymol.*

» Dans aucune expérience *nous n'avons pu limiter la bande rouge du côté de l'infra-rouge*, ni même observer le point culminant de la courbe (le moment où la transparence de la solution cesse d'augmenter).

» Nous avons cherché aussi à définir les extrémités de la bande par la condition que le coefficient K ait la même valeur très faible pour ces deux extrémités.

» Toutes ces tentatives ont été vaines.

» Nous avons d'ailleurs vérifié directement ce que nous avançons, par le dispositif suivant :

» On éclaire la fente du spectroscope avec le soleil. Dans ces conditions le spectre obtenu paraît s'arrêter à la raie A; on interpose la dissolution d'indophénol, et l'on voit immédiatement la raie A apparaître. L'éclat du spectre n'aveugle plus l'œil, et la transparence de l'indophénol pour les radiations comprises entre A et B se manifeste.

» Le déplacement de la bande sous l'influence de la concentration ou de l'épaisseur est très facile à expliquer. Les coefficients d'absorption étant très différents pour les deux extrémités apparentes de la bande, quand la concentration ou l'épaisseur augmente, la bande *paraît* se déplacer du côté où l'absorption est la plus faible, c'est-à-dire du côté de l'infra-rouge.

» Nous nous proposons d'envisager dans une prochaine Note les indophénols à azote primaire [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des combinaisons acides et alcooliques de la phénylcarbazide ou urée de la phénylhydrazine.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Armand Gautier.

« La diphénylcarbazide ou urée de la phénylhydrazine, qui ne peut être envisagée comme une base car elle ne contracte pas d'ailleurs de combinaisons avec les acides sulfurique, chlorhydrique et azotique, se soude molécule à molécule avec les acides organiques et les alcools pour donner des corps de la forme

$$C^6H^5HAz = AzH - CO - AzH = AzH - C^6H^5.M,$$

M désignant une molécule d'acide ou d'alcool.

---

(1) Nous remercions tout particulièrement M. Jouanne, préparateur à la Faculté des Sciences de Toulouse, qui nous a aidés dans ce travail.

» I. Nous avons réalisé ces combinaisons successivement avec les acides de la série grasse CH^2O^2, $C^2H^4O^2$, $C^3H^6O^2$, $C^4H^8O^2$, $C^5H^{10}O^2$. La réaction a été faite avec les acides propionique et butyrique normaux et l'acide valérianique de la valériane. Nous avons également combiné cette urée avec l'acide oxalique. Sans nul doute un très grand nombre d'acides organiques doivent s'unir ainsi avec l'urée de la phénylhydrazine.

» Les combinaisons avec les acides de la série grasse s'effectuent en dissolvant à chaud cette urée dans un excès d'acide. Par refroidissement, la combinaison cristallise; elle est essorée et séchée dans le vide sur la chaux sodée et l'acide sulfurique. Pour les acides formique, acétique et propionique, la dissolution à chaud dans ces acides étendus de leur volume d'eau donne un résultat plus favorable. La combinaison est obtenue d'emblée parfaitement incolore.

» La combinaison oxalique s'effectue en dissolvant à chaud l'urée de la phénylhydrazine dans une solution saturée à froid d'acide oxalique au sein de l'alcool méthylique ou éthylique; elle cristallise par refroidissement; on la fait recristalliser dans l'alcool à chaud.

» Cette méthode permettra d'obtenir d'autres combinaisons de cette urée avec des acides organiques solides.

» Les analyses de ces combinaisons acides, faites soit en dosant l'azote, soit en chassant la molécule acide par la chaleur, correspondent à une combinaison équimoléculaire. L'acide oxalique bibasique se soude à deux molécules d'urée.

» Les termes formique et oxalique se présentent sous forme de petits cristaux étoilés. Les combinaisons acétique, propionique, etc. sont tantôt en aiguilles, tantôt sous forme de paillettes brillantes. Stables dans le vide, ces combinaisons se dissocient par la chaleur un peu au-dessous de 100°; chauffées brusquement vers 98°, elles se liquéfient et perdent leur acide. Peu à peu le corps se solidifie à nouveau et donne le point de fusion de la phénylhydrazine (160°). Le dédoublement se produit en projetant les cristaux sur l'eau bouillante; la liquéfaction est immédiate, avec phénomènes giratoires dus à la dissociation du corps, dissolution de l'acide dans l'eau et modification de la tension superficielle. La diphénylcarbazide mise en liberté se solidifie bientôt dans cette eau bouillante. Au sein des alcools méthylique et éthylique à 93°, ces combinaisons acides sont assez stables, en raison du point d'ébullition peu élevé de ces alcools.

» II. Cristallisée dans les alcools en excès, l'urée de la phénylhydrazine donne également des combinaisons alcooliques, moins stables cependant que les combinaisons acides. Non seulement la chaleur et l'eau bouillante les décomposent, mais quelques-unes s'efflorissent à l'air.

» Les combinaisons méthyliques et éthyliques subissent cette altération avec le temps; les combinaisons amylique et benzylique sont toutefois moins dissociables.

» Elles ne se décomposent pas dans le vide sur l'acide sulfurique, et perdent leur molécule alcoolique seulement vers 100°.

» Nous avons réalisé ces combinaisons avec les alcools méthylique, éthylique, isopropylique, amylique, benzylique. Les corps obtenus sont solides, cristallisés en longues aiguilles blanches. Le composé amylique se présente sous forme de petits cristaux étoilés brillants. L'analyse faite en chassant l'alcool par la chaleur donne des résultats théoriques.

» Toutes ces combinaisons sont décomposables par l'eau. Elles sont sans aucun doute générales avec les alcools.

» III. Les phénols et les aldéhydes donnent des combinaisons moléculaires semblables dont nous poursuivons l'étude. Les aldéhydes forment également, suivant la température de la réaction, des produits de condensation que nous décrirons bientôt.

» La tendance à la pentavalence d'un des azotes terminaux explique ces combinaisons multiples toutes comparables. Sans doute la molécule R.OH, acide, alcoolique ou phénolique se scinde momentanément pour donner un corps de la forme

$$C^6H^5-HAz=AzH-CO.AzH.\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle C^6H^5}{Az}}\left\langle\begin{matrix}R\\OH\end{matrix}\right.$$

» Il est à remarquer que l'urée ordinaire contracte aussi plusieurs combinaisons analogues; elles sont toutefois moins nombreuses et moins générales que celles que forme l'urée de la phénylhydrazine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Cétones de l'huile de bois, diméthylcyclohexénone.* Note de M. A. Béhal, présentée par M. A. Haller.

« J'ai montré dans des Notes précédentes (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1036) que l'on pouvait extraire au moyen de l'acide chlorhydrique, des huiles neutres retirées du goudron de bois, une série de cétones, et j'ai établi, au moyen de l'oxydation, la formule de l'une d'elles qui répond à la formule d'une méthylcyclohexénone (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 46); depuis, j'ai entrepris d'élucider la constitution d'une autre de ces cétones. Elle bout à 194°, son oxime fond à 102°,5 et elle donne un dérivé benzoylé fusible à 129°. L'analyse lui assigne la formule $C^8H^{12}O$. Pour en déterminer la structure j'ai procédé par oxydation. La cétone pure a été oxydée au moyen du permanganate en solution à 5 pour 100, on en

emploie la quantité théorique nécessaire pour fournir O^2. Le produit d'oxydation est composé d'acide acétique et d'un second acide qui répond à la formule $C^6H^{10}O^3$. Il bout à 160° sous 30^{mm} et possède l'odeur atténuée de l'acide lévulique. Le corps ainsi obtenu est un acide cétonique. Il est acide, car il rougit le tournesol et décompose les carbonates; il est cétonique, car il fournit immédiatement à froid avec la semi-carbazide une semi-carbazone très peu soluble dans l'alcool, même bouillant, et qui fond au bloc Maquenne, en une seconde, à 191°-192°. Il renferme un groupement $CH^3.CO$; en effet, traité en liqueur alcaline par le brome, il donne du bromoforme. Il se forme en même temps un acide bibasique soluble dans l'eau, très peu soluble dans le benzène bouillant, dont le point de fusion est situé vers 110° : c'est de l'acide pyrotartrique.

» D'après cela, la formule de l'acide primitif ne pouvait être représentée que par un des deux schémas suivants :

$$\text{(I)} \qquad CH^3 - CO - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CH^2 - CO^2H,$$

$$\text{(II)} \qquad CH^3 - CO - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CO^2H,$$

qui sont les formules des acides α et β-méthyllévuliques.

» En effet, les corps ainsi constitués auraient tous deux fourni, par l'action du brome en liqueur alcaline, du bromoforme et de l'acide pyrotartrique.

» Pour savoir laquelle de ces deux formules il fallait attribuer à l'acide obtenu dans l'oxydation, j'ai procédé par comparaison. J'ai préparé l'acide α-méthyllévulique; quant à l'acide β, il a été étudié, dans ces derniers temps, par M. Blaise qui a bien voulu me donner un peu de la semi-carbazone préparée avec cet acide.

» Pour préparer l'acide α-méthyllévulique, j'ai opéré en suivant la méthode de Bischoff (*Liebig's Annalen*, t. CCVI, p. 319), c'est-à-dire en saponifiant par l'acide chlorhydrique l'éther méthylacétylsuccinique :

$$CO^2C^2H^5 - \underset{CH^3 - \overset{|}{CO}}{CH} - \underset{\overset{|}{CH^3}}{CH} - CO^2C^2H^5.$$

» L'opération a marché très bien, mais l'auteur dit que son acide bout à 247°-248°; or, j'ai observé qu'il n'était pas distillable à la pression ordinaire sans perdre de l'eau. Il se forme dans ces conditions une lactone non saturée, d'odeur douce, bouillant à 205°-206° et ayant pour densité à 0° = 1,0588.

» Elle est assez soluble dans l'eau.

» Elle régénère facilement, par l'action des alcalis en liqueur aqueuse, l'acide cétonique correspondant. Celui-ci bout à 165° sous 45mm, mais, distillé, même dans le vide, il fournit une petite quantité de lactone. Quoi qu'il en soit, cet acide réagit sur la semi-carbazide à peu près instantanément en donnant une semi-carbazone fusible en une seconde à 191°-192°.

» Les caractères de l'acide produit dans l'oxydation de l'acétone sont identiques; par conséquent, il répond à la formule

$$CH^3 - CO - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CO^2H$$

qui est l'acide α-lévulique

» L'acide β-méthyllévulique $CH^3 - CO - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CH^2 - CO^2H$

donne bien une semi-carbazone, mais celle-ci se forme difficilement et fond à 197° (Blaise, *Bulletin de la Société chimique*, t. XXIII, p. 918).

» La formation des acides acétique et α-méthyllévulique, seuls produits formés dans l'oxydation, conduit à attribuer à la cétone $C^8H^{12}O$ la formule suivante :

CO
H²C CH — CH³
HC CH²
C
CH³

qui en fait une diméthylcyclohexénone.

» Cette formule rend bien compte de son oxydation, de sa stabilité, de son caractère non saturé, et cadre avec son point d'ébullition élevé. Ce travail me conduit à modifier la formule que j'avais donnée pour la méthylcyclohexénone, dont la constitution a été établie d'après ses produits d'oxydation.

» Je mets en regard la formule ancienne et la formule nouvelle :

CH² / H²C CO / HC CH² / C / CH³ — Formule ancienne.

CO / H²C CH² / HC CH² / C / CH³ — Formule nouvelle.

» Ces deux formules rendent bien compte toutes deux de la formation par oxydation de l'acide lévulique et de l'acide acétique. Mais si l'on suppose qu'il peut y avoir un rapport de constitution entre les différents produits contenus dans le mélange d'où l'on a extrait ces cétones, c'est la seconde formule qu'il faut adopter.

» Cette méthylcyclohexénone se condense avec l'acétone ordinaire en présence d'alcoolate de sodium pour donner un produit bien cristallisé fondant à 73°, bouillant à 160° sous 25^{mm}, entraînable par la vapeur et possédant une odeur de menthe. C'est un dérivé monoacétonique; il peut répondre à la formule de constitution suivante $C^7H^{10} = CH - CO - CH^3$ à moins que ce ne soit l'atome d'oxygène de la propanone qui se soit éliminé avec les deux atones d'hydrogène d'un des groupements CH^2 voisin de la fonction cétonique $C^7H^8O = C\begin{smallmatrix}\diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix}$, ce qui est le cas général observé jusqu'ici dans les condensations avec les aldéhydes, par exemple dans la condensation du camphre (Haller, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 22). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le butane dibromé et le butane diiodé* (1.4) : *nouvelle synthèse de l'acide adipique*. Note de M. l'abbé **J. Hamonet** [1], présentée par M. Georges Lemoine.

« Dans la série du butane, on ne connaît qu'un petit nombre de dérivés biprimaires, et encore quelques-uns de ceux que l'on cite ont été obtenus par une méthode difficile et peu sûre. Depuis fort longtemps et de bien des manières, avant de recourir à l'électrolyse du β-amyloxypropionate de potassium (voir *Comptes rendus*, 4 février 1901), j'avais cherché à préparer le butane dichloré ou les éthers qui lui correspondent, en vue d'essayer la synthèse du tétraméthylène. C'est ainsi que j'avais fait réagir des métaux tels que le sodium, le magnésium, le zinc, l'argent, le mercure sur l'éthane chloré et iodé (1.2), $ClCH^2CH^2I$, et sur le bromethoxybenzène $BrCH^2CH^2OC^6H^5$.

» J'espérais que l'iode ou le brome seraient seuls enlevés par le métal, et que les deux résidus s'uniraient pour donner, dans le premier cas, le butane dichloré (1.4), $CH^2ClCH^2CH^2CH^2Cl$, et dans le second la diphényline du butanediol (1.4), $(C^6H^5OCH^2CH^2CH^2CH^2OC^6H^5)$. Mais, bien que

---

(1) Laboratoire de Chimie de l'Institut catholique.

la réaction du mercure sur l'éthane chloré et iodé fût particulièrement facile et se produisît même à la température du laboratoire, dans toutes ces expériences, c'est toujours l'éthylène qui a été régénéré.

» L'électrolyse du β-chloropropionate de potassium $ClCH^2CH^2CO^2K$ ne m'a pas non plus donné le butane dichloré (1.4), $ClCH^2CH^2CH^2CH^2Cl$, que pouvait faire espérer la réaction classique. Je n'obtins que de l'acétylène, de l'éthylène chloré, des produits aldéhydiques et quelques centimètres cubes d'un liquide chloré, plus dense que l'eau, bouillant de 110° à 220°, qu'il me fut impossible d'identifier avec le butane dichloré. C'est à la suite de tous ces insuccès que j'ai préparé par électrolyse la diamyline du butanediol (1.4), et c'est de ce composé biprimaire que j'ai tiré tous les dérivés dont je vais maintenant parler.

» *Préparation du butane dibromé et du butane diiodé* (1.4). — Si l'on fait passer un courant d'acide bromhydrique dans la diamyline du butanediol (1.4) chauffée au bain-marie, ou si l'on sature ce corps à froid d'acide iodhydrique, il se forme deux molécules d'eau, deux molécules de bromure ou d'iodure d'amyle et une molécule de dibromobutane (1.4) ou de diiodobutane (1.4) :

$$C^5H^{11}OCH^2CH^2CH^2CH^2OC^5H^{11} + 4HI = 2H^2O + 2C^5H^{11}I + ICH^2CH^2CH^2CH^2I.$$

Par distillation fractionnée dans le vide, on sépare très facilement les produits de la réaction. Le rendement est bon avec l'acide bromhydrique, presque théorique avec l'acide iodhydrique. L'analyse du butane dibromé et celle du butane diiodé ont fourni des nombres satisfaisants.

» Le *butane dibromé* (1.4) est un liquide incolore, qui bout à 196°-197° sous la pression ordinaire, mais en se décomposant assez notablement, et à 85° sous la pression de 15^{mm} avec une très faible décomposition. Densité à 18° = 1,79.

» Le *butane diiodé* est un liquide, qu'on ne peut conserver incolore. Il bout, en se décomposant très légèrement, à 125°-126° sous la pression de 15^{mm}. Densité à 18° = 2,307.

» Dans ces composés les halogènes sont bien en position 1.4; il est facile de le démontrer.

» J'ai fait agir le cyanure de potassium sur le butane diiodé additionné d'alcool éthylique, de manière à former l'*hexane dinitrile* :

$$ICH^2CH^2CH^2CH^2I + 2KCAz = 2KI + AzCCH^2CH^2CH^2CH^2CAz.$$

» Celui-ci, par l'action de l'acide chlorhydrique en présence de l'alcool, a donné d'abord de l'adipate d'éthyle, et, après saponification, de l'acide adipique $CO^2H - CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH^2 - CO^2H$, qui fond bien à 150°.

» Cette expérience nous fournit, en même temps qu'une preuve de la constitution indiquée plus haut, une *nouvelle synthèse de l'acide adipique*.

On doit tout naturellement de cette constitution du diiodobutane (1.4) déduire celle du dibromure et celle de la diamyline du butanediol. D'ailleurs le procédé employé pour préparer ce dernier corps faisait prévoir et espérer cette constitution. Les résultats de l'action des métaux sur le butane dibromé et sur le butane diiodé, que je publierai prochainement, viendront encore confirmer ces conclusions.

» Ainsi, pour résumer tout ce Travail, je suis arrivé à préparer les dérivés biprimaires du butane : diamyline du butanediol (1.4), diiodobutane (1.4) et dibromobutane (1.4), en partant de la glycérine et en passant successivement par :

» L'acroléine $CH^2 = CH - CHO$;

» L'aldéhyde β-chloropropylique $CH^2Cl - CH^2 - CHO$;

» L'acide β-chloropropionique $CH^2Cl - CH^2 - CO^2H$;

» Le β-chloropropionate d'amyle $CH^2Cl - CH^2 - CO^2.C^5H^{11}$;

» Le β-amyloxypropionate d'amyle $C^5H^{11}.OCH^2 - CH^2 - CO^2.C^5H^{11}$ et le β-amyloxypropionate de potassium $C^5H^{11}.OCH^2 - CH^2 - CO^2K$. »

PHYSIOLOGIE. — *Le globule rouge nucléé se comporte autrement que le globule rouge anucléé, au point de vue de l'osmose, vis-à-vis de l'urée en solution* (¹). Note de M. **R. Quinton**, présentée par M. Edmond Perrier.

« 1. La loi résultant des travaux d'Hamburger, Gryns : « Au point de » vue osmotique, la molécule d'urée, dans une solution, se comporte vis- » à-vis du globule rouge comme si elle n'existait pas », ne vaut que pour le globule rouge anucléé. Elle ne vaut pas pour le globule rouge nucléé. L'urée en solution fait équilibre à ce dernier et s'oppose à la sortie de sa matière colorante.

» 2. Toutefois, ce phénomène d'équilibre est limité dans la durée. Après des temps variables selon les concentrations, l'hématolyse se produit.

» Historique. — Hamburger (1886, *Arch. Anat. und Physiol.*, p. 481), opérant sur le sang de bœuf (hématie anucléée), observe que l'urée fait exception aux lois physiologiques de l'osmose. Une solution d'urée, quelle que soit sa concentration, laisse sortir l'hémoglobine. Gryns (*Arch. gesamm. Physiol.*, t. LXIII, p. 86; 1896) étudie

(¹) Travail de la Station zoologique d'Arcachon et du Laboratoire particulier de M. Hallion.

spécialement le phénomène. Il montre que : 1° toute solution d'urée, quelle que soit sa concentration, se comporte, vis-à-vis du globule rouge, comme l'eau distillée : le globule rouge s'y gonfle, puis hématolyse; 2° deux séries de solutions de Na Cl, à divers titres, étant effectuées, l'une dans l'eau distillée, l'autre dans une solution d'urée, l'hématolyse se produit dans les deux séries pour le même titre de chlorures. Gryns attribue ces résultats au fait que l'urée pénètre librement la cellule, pénétration qu'il démontre. Il ne spécifie pas le sang sur lequel il opère, mais comme, au cours de son travail, il emploie indifféremment le sang de Mammifère et celui d'Oiseau, et le plus souvent même ce dernier (à hématie nucléée), comme plus facile à se procurer, ses résultats paraissent valoir pour les deux sortes de sang, entre lesquels il ne signale pas de différence. Hedin (*Arch. gesamm. Physiol.*, t. LXVIII, p. 229; 1897), opérant uniquement sur le sang de Bœuf, confirme d'une façon presque complète, par une autre méthode, le travail de Gryns.

» I. Les expériences qui suivent montrent la différence qu'il faut faire entre les deux sortes d'hématies, au point de vue de l'osmose, vis-à-vis de l'urée en solution. Ces expériences ont porté sur le sang de : Cobaye, Lapin, Veau, Bœuf, embryon de Brebis (déjà âgé), Mouton, pour les sangs à hématie anucléée, — et de *Scyllium catulus*, *Torpedo marmorata*, *Galeus canis* (Poissons Sélaciens), Grenouille (Batraciens), Poulet (Oiseaux), pour les sangs à hématie nucléée.

» Technique. — Hauteur des tubes à essai pour hématolyse : 55^{mm}. Volume de solution dans chaque tube : 3^{cc}. Quantité de sang ajoutée : 1 goutte ou 2 gouttes, suivant les séries, mais un nombre de gouttes toujours identique dans une même série. Sang toujours défibriné, parfois total, parfois débarrassé de son sérum par centrifugation. Le sang ajouté est mélangé à la solution, par agitation. On place aussitôt à la glacière, et on laisse déposer, sans agiter de nouveau. Pour les deux premières séries d'expériences, l'observation est faite au bout de 6 à 10 heures.

» Première série d'expériences. — Deux séries de solutions de Na Cl, à titre décroissant, sont effectuées, l'une dans l'eau distillée, l'autre dans une solution d'urée. (Type de l'expérience de Gryns.) — Pour le globule rouge anucléé, l'hématolyse se produit dans les deux séries en face d'un même titre de chlorures. Pour le globule rouge nucléé, l'hématolyse est toujours retardée dans la série à urée, et d'autant plus retardée que le taux de l'urée est élevé. (Taux de l'urée dans ces expériences : 10 à 80 pour 1000.)

» Deuxième série. — Une série de tubes est ainsi constituée : quatre premiers tubes (1, 2, 3, 4) contenant des solutions de Na Cl, à titre décroissant, effectuées dans l'eau distillée; cinq autres tubes (5, 6, 7, 8, 9) contenant la même solution de Na Cl que le tube n° 4, mais, en outre, des doses d'urée croissantes du tube 5 au tube 9. La proportion du Na Cl, dans les tubes 1, 2, 3, 4, est réglée de façon à encadrer l'hématolyse. — Avec le globule rouge anucléé, les tubes 4, 5, 6, 7, 8, 9 présentent toujours une hématolyse identique. Avec le globule rouge nucléé, l'hématolyse témoin du tube 4 va toujours décroissant du tube 5 au tube 9, et peut disparaître entièrement, selon les

concentrations d'urée employées. — Voir le Tableau suivant : Expérience I, sang de *Scyllium catulus;* — II, de Grenouille; — III, de Poulet.

N° de l'expérience.	N° des tubes de chaque expérience.	Taux en Na Cl pour 1000.	Taux en urée pour 1000.	Hématolyse.	Dépôt.	Observation microscopique. Nombre relatif des globules rouges colorés.	noyaux libres.
I.	1	12,0 gr		Nulle.	Abondant, rouge.	84	16
	2	9,3		Très nette.	Mou, déjà blanchâtre.	50	50
	3	8,0		Accentuée.	Réduit, blanchâtre.	30	70
	4	6,6		Très accentuée.	Très réduit, très blanch.	2	98
	5	6,6	5 gr	Égale à tube 3.	Semblable à tube 2.	30	70
	6	6,6	10	Égale à tube 2.	Abondant, rouge.	66	34
	7	6,6	15	Inférieure à tube 2.	Id.	82	18
	8	6,6	20	Nulle.	Id.	84	16
	9	6,6	25	Nulle.	Id.	84	16
II.	2	3,0		Nulle.	Tassé, à arête vive.	»	»
	3	2,5		Très légère.	Id.	»	»
	4	2,0		Déjà accentuée.	Mou.	»	»
	8	2,0	90	Nulle.	Tassé, à arête vive.	»	»
III.	2	5,3		Nulle.	Tassé, à arête vive.	99	1
	3	4,6		Très légère.	Id.	96	4
	4	4,0		Accentuée.	Très réduit.	30	70
	6	4,0	30	Inférieure à tube 4.	Tassé.	85	15
	8	4,0	60	Inférieure à tube 3.	Tassé, à arête vive.	97	3
	9	4,0	90	Nulle.	Id.	98	2

» Troisième série. — Si l'on ajoute une goutte de sang anucléé à un tube contenant soit de l'eau distillée, soit une solution d'urée à un titre quelconque, et qu'on mélange par agitation, le tube, d'abord louche, passe rapidement au clair limpide; le laquage complet s'effectue en dix ou vingt secondes (quarante-cinq et quatre-vingt-dix secondes pour le Mouton et le Veau dans l'urée à 360 pour 1000). Le sang nucléé se comporte de même dans l'eau distillée (sauf une légère différence de teinte, à signaler), mais dans une solution d'urée suffisamment concentrée, il maintient son louche, au contraire, exactement comme dans une solution de NaCl. Au bout de dix à trente minutes le dépôt commence à s'effectuer, et la partie supérieure du liquide apparaît transparente, sans hématolyse [1]. L'examen microscopique confirme l'observation : pas une hématie anucléée conservée, après une ou deux minutes, dans la solution d'urée à toute concen-

---

(1) Avec la Grenouille, les résultats sont inconstants. Des causes non élucidées altèrent souvent le phénomène, très net au contraire dans certains cas.

tration; hématies nucléées conservées, au contraire, au bout de temps variables, selon l'espèce animale et le titre de la concentration.

» La molécule d'urée, incapable de faire équilibre au globule rouge anucléé, fait donc équilibre au globule rouge nucléé.

» II. Toutefois, elle ne lui fait pas équilibre à la façon d'une molécule saline, dont l'action est en quelque sorte indéfinie, ainsi que je me propose de l'établir dans une prochaine Note. »

ZOOLOGIE. — *Les blastodermes sans embryon.* Note de M. **Gustave Loisel**, présentée par M. Alfred Giard.

« Tous les embryologistes qui ont eu l'occasion d'ouvrir un très grand nombre d'œufs de poule aux premiers jours de l'incubation ont certainement rencontré plusieurs fois des blastodermes sans embryon. C.-Fr. Wolff, en 1768, est probablement le premier auteur qui ait signalé l'existence de ces blastodermes; plus tard, Panum puis Broca en ont parlé dans leurs Mémoires; enfin Dareste les a décrits et figurés dans son Ouvrage magistral *Sur la production artificielle des monstruosités*; malheureusement, il n'a pas poursuivi leur étude, car, de même que Broca, il considérait ces formations comme étant le dernier terme de l'épuisement de la vitalité du germe, épuisement provenant du fait d'une incubation tardive.

» La lecture de ces auteurs, mais surtout les observations personnelles que nous avons faites sur ce sujet, depuis plusieurs années, nous ont permis de distinguer deux sortes de ces blastodermes : 1° les *blastodermes inembryonnés faux*, c'est-à-dire ceux qui ont renfermé ou qui renferment encore des traces de formation embryonnaire; 2° les *blastodermes inembryonnés vrais*, c'est-à-dire ceux qui, à aucun moment de leur existence, n'ont jamais eu d'embryon.

» Cette distinction, qui avait déjà été faite implicitement par Dareste, a une importance qui dépasse de beaucoup la question morphologique, comme nous allons le voir.

» 1° Les faux blastodermes sans embryon rentrent dans la catégorie des monstruosités simples de Dareste (anomalies des annexes de l'embryon). Ils proviennent de développements qui ont commencé d'abord normalement, c'est-à-dire avec la formation d'un embryon, mais ce dernier étant mort de très bonne heure, son corps s'est désorganisé et a disparu plus ou moins complètement alors que son blastoderme a continué à se développer

pendant quelque temps. Ce premier groupe de blastodermes se reconnaît à ce que la partie centrale de chaque formation présente encore généralement des restes de l'embryon, ou bien, comme l'ont vu Agassiz et Dareste, à ce que la partie de l'albumen correspondant à la région embryonnaire a été résorbée, laissant, en cet endroit, un petit espace circulaire vide.

» 2° Les vrais blastodermes sans embryon se développent toujours seuls, sans présenter jamais, en aucune région de leur étendue, aucune espèce de formation embryonnaire.

» Mais alors que l'on peut concevoir les premiers, en partie du moins, comme une extension de l'aire germinative, ceux-ci se développent indépendamment du germe et en dehors de lui. Ils se forment donc quand le pronucléus femelle n'a pas reçu l'imprégnation d'un spermatozoïde.

» S'ils débutent dans le voisinage de la cicatricule, ils envahissent bientôt la région germinative en absorbant le germe, et alors il peut être assez difficile de les distinguer des précédents. S'ils apparaissent, au contraire, loin de la cicatricule, dans la région équatoriale du jaune, ils se développent bien également en allant vers le germe, c'est-à-dire vers les régions de plus en plus riches en protoplasma, mais on a beaucoup plus de chances, alors, de rencontrer ces blastodermes avant qu'ils aient atteint le germe.

» C'est un des cas des plus nets, en même temps que des plus rares, que nous avons observé il y a quelques jours, chez un œuf de poule qui était en incubation normale depuis deux jours. Sur le jaune de cet œuf, la cicatricule présentait les caractères bien connus d'une cicatricule inféconde. Elle formait une tache blanche circulaire, plus petite que la cicatricule féconde; ses contours étaient réguliers, mais son contenu était grumeleux. Loin d'elle, à une distance de 15^{mm}, se trouvait une bande blastodermique, large de 5^{mm}; cette bande faisait tout le tour du jaune, un peu au-dessus de l'équateur. Ses deux bords n'étaient pas semblables : Le bord supérieur, celui qui était tourné vers la cicatricule, formait un bourrelet saillant, complètement isolé du jaune et libre de toute adhérence avec la membrane vitelline. Le bord inférieur, au contraire, était très mince et adhérait assez fortement au jaune, mais surtout à la membrane vitelline.

» Débitée en coupes, après fixation dans le liquide de Kleinenberg, cette bande zonale blastodermique nous a montré, à la surface, une couche continue de protoplasma contenant des noyaux tassés les uns contre les autres; au-dessous de ce feuillet superficiel, et adhérente à lui, était une

épaisse couche de grains vitellins parsemés de cellules à aspect mésenchymateux disposés sans aucun ordre régulier. Le long du bord supérieur, cependant, on ne trouvait que des cellules et pas de grains vitellins; là, ces cellules étaient beaucoup plus nombreuses qu'autre part et formaient par leur présence le bourrelet signalé plus haut. Dans ce bourrelet les cellules étaient lâchement unies entre elles; de place en place cependant, elles formaient des amas cellulaires tout à fait semblables à ceux qui constituent les *germes vasculaires*.

» En résumé, cette étude histologique nous montre que le bord inférieur de notre blastoderme correspondait à la région où il avait pris naissance; son bord supérieur, au contraire, répondait à la région de prolifération, celle par où se faisait l'envahissement du jaune. Le développement de cette formation blastodermique se faisait donc de l'équateur vers le pôle germinatif, c'est-à-dire en sens inverse de ce qui existe dans le développement normal.

» Cette observation, que nous croyons unique, vient apporter une contribution très intéressante à l'étude des noyaux vitellins ou noyaux de mérocytes. Dans la région du jaune où il se trouvait, notre blastoderme n'a pu provenir, en effet, que de la pullulation de noyaux vitellins; or ces noyaux ne peuvent être considérés, ici, comme des éléments dérivés du germe, puisque celui-ci ne s'était pas développé. D'un autre côté, il n'existe pas de noyaux vitellins dans l'œuf non fécondé, surtout dans la région équatoriale du jaune. Il ne reste donc, *jusqu'à maintenant*, qu'une seule origine admissible pour ce blastoderme zonal; c'est celle de spermatozoïdes aberrants qui seraient venus se loger et auraient proliféré dans cette partie de l'ovule, alors que la région du pronucléus femelle aurait été épargnée par eux.

» Notre observation vient, par là même, appuyer très fortement l'idée de la parthénogenèse de la microgamète (spermatozoïde) soutenue par Giard et celle de la polyspermie physiologique défendue par Rückert, Born, Fick, Oppel, Nicolas, etc. Elle nous montre, en même temps, que la fécondation pourrait présenter, chez les animaux, quelque chose d'analogue à ce que Guignard a vu chez les plantes.

» Dans les œufs à grosses réserves nutritives, il pourrait y avoir au même moment ou à des intervalles courts : 1° un acte de fécondation proprement dite, par lequel un spermatozoïde irait s'unir au noyau de l'œuf; 2° un acte de parthénogenèse mâle par lequel d'autres spermatozoïdes se développeraient aux dépens des réserves de l'œuf. Et ainsi pourraient se concevoir

des mélanges d'influences paternelles qui auraient naturellement leur retentissement dans la formation des caractères individuels. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de la pression totale sur l'assimilation chlorophyllienne* (¹). Note de M. **Jean Friedel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Une première série d'expériences, qui a fait l'objet d'une Note précédente (²), a montré qu'une certaine diminution de pression amène une diminution de l'assimilation suivant une loi régulière chez un certain nombre de végétaux : *Ligustrum japonicum, Evonymus japonicus, Ruscus aculeatus, etc.*

» Si l'on diminue davantage la pression, le phénomène devient plus complexe. Soient A_n^1 l'assimilation d'une feuille maintenue à la pression normale dans une atmosphère confinée, contenant n pour 100 de gaz carbonique (environ 10 pour 100), $A_n^{\frac{1}{x}}$ l'assimilation d'une feuille identique placée dans les mêmes conditions, mais à une pression $\frac{1}{x}$ différente, on a les résultats suivants :

» Soit $\alpha = \frac{A_n^{\frac{1}{x}}}{A_n^1}$. Pour des pressions comprises entre 1 et $\frac{1}{8}$ d'atmosphère, α prend les valeurs indiquées dans le Tableau suivant :

		1 atm.	$\frac{1}{2}$.	$\frac{\frac{1}{2}+\frac{1}{3}}{2}$.	$\frac{1}{3}$.	$\frac{\frac{1}{3}+\frac{1}{4}}{2}$.	$\frac{1}{4}$.	$\frac{1}{5}$.	$\frac{1}{6}$.	$\frac{1}{8}$.
α.	*Ligustrum*....	1	0,74	»	0,5	0,45	0,47	0,7	»	»
	Evonymus....	1	0,75	0,45	0,64	0,75	0,84	1,3	»	»
	Ruscus........	1	0,67	»	0,73	»	»	2,2	1,1	0,53

» Ces chiffres montrent que, chez les trois plantes considérées, le phénomène a une allure très analogue, bien que les valeurs numériques soient différentes. L'assimilation diminue avec la pression, passe par un minimum, puis augmente. Lorsqu'on peut pousser la raréfaction de l'air assez loin, elle diminue de nouveau quand la pression relative du gaz carbonique devient très faible. Cette marche assez compliquée résulte vraisemblablement de la superposition de deux ou de plusieurs actions diffé-

---

(¹) Travail fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, et au laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Paris, dirigés par M. Gaston Bonnier.

(²) *Comptes rendus,* 27 août 1900.

rentes. Je me suis proposé de séparer l'action de la pression totale de celle de la pression relative du gaz carbonique.

» 1° *Action de la pression relative du gaz carbonique.* — Les résultats obtenus sont très semblables à ceux de M. Godlewski et de M. Kreusler, qui ont opéré sur d'autres végétaux. Je me bornerai à donner ici les rapports $\alpha = \frac{A^1_{\frac{n}{2}}}{A^1_n}$ qui interviennent seuls dans la séparation des deux actions considérées.

Evonymus.	Valeurs de α	1,58	0,35	0,43	0,45	0,25	»	»
	Teneur moyenne en CO^2	18,76	12,76	10,55	6,46	3,36	»	»
Ruscus	Valeurs de α	1,26	0,71	0,58	0,54	0,45	0,43	0,27
	Teneur moyenne en CO^2	23,0	13,5	8,54	6,8	4,65	3,0	1,0

» 2° *Action de la pression totale seule.* — Pour étudier l'action de la pression totale seule, je prends le rapport entre l'assimilation $A^{\frac{1}{2}}_n$ d'une feuille placée dans de l'air contenant n pour 100 de gaz carbonique, à une pression d'une demi-atmosphère, et l'assimilation $A^1_{\frac{n}{2}}$ d'une feuille semblable maintenue à la pression normale dans de l'air contenant $\frac{n}{2}$ pour 100 de gaz carbonique. Ainsi, la pression totale seule est changée, la pression du gaz carbonique restant la même. Soit $\alpha = \frac{A^{\frac{1}{2}}_n}{A^1_{\frac{n}{2}}}$.

Evonymus.	Valeurs de α	1,11	1,9	1,37
	Teneur moyenne en CO^2	14,45	8,27	1,75

» Si l'action de la pression totale et celle de la pression relative du gaz carbonique se superposent en agissant comme si elles étaient seules, on doit avoir :

$$\frac{A^{\frac{1}{2}}_n}{A^1_{\frac{n}{2}}} \frac{A^1_{\frac{n}{2}}}{A^1_n} = \frac{A^{\frac{1}{2}}_n}{A^1_n}.$$

C'est, en effet, ce qui se vérifie avec une assez grande exactitude, par exemple :

Evonymus.
$1,11 \times 0,69 = 0,76$ pour 14,45 pour 100.
$1,9 \times 0,4 = 0,76$ pour 8,27 »
$1,37 \times 0,45 = 0,72$ pour 6,75 »

Or la détermination directe de $\frac{A^{\frac{1}{2}}_n}{A^1_n}$ donne une valeur de 0,75.

» Autre exemple :

$$\textit{Ruscus} : n = 8,54 \text{ pour } 100 \quad \frac{A^{\frac{1}{2}}_n}{A^1_{\frac{n}{2}}} = 1,15, \quad \frac{A^1_{\frac{n}{2}}}{A^1_n} = 0,58,$$

$$\frac{A^{\frac{1}{2}}_n}{A^1_{\frac{n}{2}}} \frac{A^1_{\frac{n}{2}}}{A^1_n} = 0,67.$$

Or l'expérience directe donne

$$\frac{A_n^{\frac{1}{2}}}{A_n^1} = 0,67.$$

» De ces divers résultats on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° La diminution de pression totale seule tend à favoriser l'assimilation ;

» 2° L'action isolée de la pression du gaz carbonique et l'action isolée de la pression totale sont toutes deux modifiées, et d'une façon différente, par la teneur de l'atmosphère en gaz carbonique. Mais ces modifications sont de telle nature que le phénomène résultant suit la même loi dans d'assez larges limites ;

» 3° Lorsqu'on raréfie simplement de l'air contenant du gaz carbonique, on voit l'assimilation passer d'abord par un minimum, puis par un maximum. »

BOTANIQUE. — *Sur la tuberculisation de la Pomme de terre.* Note de M. **Noel Bernard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Diverses considérations de Biologie comparée, dont j'ai exposé sommairement quelques-unes dans une Note précédente [1], m'ont amené à croire que, chez certaines plantes, *la tuberculisation de bourgeons est la conséquence et le symptôme de l'infection des racines par des champignons endophytes*. La Pomme de terre paraît être dans ce cas.

» On sait que les tubercules de cette plante se forment sur des stolons partant de la base de la tige ; les bourgeons terminaux de ces stolons sont arrêtés dans leur différenciation, tandis que de l'amidon s'accumule dans leur moelle hypertrophiée. J'ai signalé déjà d'autre part la présence constante d'un endophyte dans les racines des pieds tuberculisés.

» Ce champignon endophyte est identique au *Fusarium Solani* qu'on trouve fréquemment végétant en saprophyte sur des tubercules de Pommes de terre atteints de maladies diverses. J'ai pu constater par des expériences préliminaires qu'il existe normalement *à la surface* des tubercules sains. Le parenchyme de ces tubercules n'est pas infesté, mais leurs assises subéreuses externes de cellules mortes et pleines d'air renferment constamment des champignons à l'état de filaments ou de spores. La

---

[1] *Sur les tuberculisations précoces chez les végétaux* (*Comptes rendus*, 15 octobre 1900).

présence du *Fusarium Solani* y est constante. Un essai a porté sur 50 tubercules de la variété *Marjolin* abandonnés en milieu stérile et humide après des lavages au sublimé; sur tous les tubercules on obtient un développement de mycélium. En sus du *Fusarium Solani* on n'y trouve avec quelque fréquence qu'une espèce voisine : le *Spicaria Solani*. La présence normale de ce *Fusarium* sur les tubercules sains explique la fréquence de son développement sur les tubercules malades et aussi la régulière contamination des sols où l'on cultive la Pomme de terre.

» Si l'envahissement des racines par ce champignon est bien la cause de la tuberculisation, *on doit pouvoir, en évitant ou en limitant l'infection, supprimer ou restreindre la tuberculisation*. La culture des Pommes de terre pouvant se faire à partir de tubercules ou de graines, des expériences peuvent être tentées de l'une ou de l'autre manière.

» Ne connaissant pas de moyen praticable et sûr pour détruire les germes que tout tubercule entraîne, sans endommager gravement ses bourgeons, j'ai cherché à réaliser la culture, à partir de tubercules, dans un milieu aussi peu favorable que possible à la propagation du mycélium. Une expérience a été faite sur 16 tubercules de la variété *Marjolin* plantés isolément dans des pots remplis de fin sable silicieux. Ces pots ont été placés dans une serre tempérée et répartis en deux lots. Pour les 8 tubercules du premier lot, j'ai enterré près des bourgeons, à l'endroit où devaient se développer les premières racines, quelques menus fragments de Pomme de terre stérilisée sur lesquels j'avais ensemencé d'avance le *Fusarium Solani* qui s'y était abondamment développé. Dans ces conditions l'infection doit être certaine, précoce et constante pour les racines des plantes de ce premier lot, tandis qu'elle ne doit se produire que tardivement pour le second lot, ou accidentellement, pour les racines qui viendraient à toucher un point contaminé du tubercule pris comme semence.

» Au bout de soixante jours j'ai interrompu l'expérience pour constater l'état des stolons axillaires souterrains. Trois pieds dans chaque lot ont eu un développement très lent et n'ont donné que de courtes tiges aériennes, n'ayant aucun stolon à leur base; ils ne donnent donc de renseignement dans aucun sens. Les cinq autres pieds de chaque lot, sur lesquels la comparaison porte, ont développé des tiges aériennes ayant de 50^{cm} à 80^{cm} de haut qui portent presque toutes des bourgeons floraux. Ces tiges développent à leur base des stolons qui présentent d'un lot à l'autre les différences frappantes que j'indique ici :

» *Premier lot* (plantes infestées expérimentalement). — Les stolons ont dès le début de leur développement donné des tubercules qui sont généralement appliqués contre la tige. Le plus gros de ces tubercules a 55^{mm} de long. A part trois stolons courts dont l'état est douteux, la différenciation en tubercules ne peut être contestée. Tous les pieds portent des tubercules.

» *Deuxième lot* (plantes non infestées expérimentalement). — Les stolons sont généralement développés en tiges grêles ayant jusqu'à la longueur maximum de 10^{cm} et ne présentant pas trace de tuberculisation. Les tubercules sont très rares, trois pieds sur cinq en sont complètement dépourvus; leur taille ne dépasse pas 1^{cm}, ils

sont portés à l'extrémité de stolons grêles de 4^{cm} à 5^{cm} de long (tubercules pédiculés); leur différenciation a donc été manifestement tardive.

» Je donne ici la statistique de cette expérience seulement pour montrer plus exactement la fréquence relative des deux modes d'évolution des bourgeons :

	Premier lot.	Deuxième lot.
Nombre total de stolons tuberculisés.........	23	4
Nombre total de stolons non tuberculisés.....	3	21

» Une seconde expérience faite dans des conditions analogues et ayant duré cent-un jours a donné des résultats très nettement dans le même sens.

» La culture expérimentale à partir de graines pourrait permettre des expériences plus précises. Les graines ne sont pas infestées : j'en ai obtenu des germinations en milieux stériles. Le développement est malheureusement très lent et les plantules qu'on infeste tôt succombent sans présenter de réaction facilement appréciable.

» La propagation par graines donne lieu, à un autre point de vue, à des remarques suggestives. Les cultivateurs qui obtiennent des Pommes de terre de semis constatent qu'elles se tuberculisent généralement dans la première année, sans avoir fleuri, et n'accomplissent ainsi qu'en deux ou trois ans leur évolution complète.

» J'interprète ce résultat par le fait que la culture de la Pomme de terre étant aujourd'hui partout répandue, le *Fusarium solani* est devenu une espèce commune de microorganismes du sol. Il n'en était sans doute pas ainsi aux premiers temps de l'introduction de la Pomme de terre en Europe. Un remarquable passage du *Rariorum plantarum Historia* de De l'Escluse (1601) établit qu'à cette époque les germinations de graines donnaient des résultats différents [1]. Ce botaniste qui, comme on sait, propagea la Pomme de terre dans l'Europe centrale bien avant qu'elle n'ait été introduite en France, conclut, en effet, de l'étude qu'il en a faite, *qu'on ne doit compter pour la propagation de l'espèce que sur les tubercules*. Il fonde cette opinion sur le fait que les graines envoyées par lui à diverses personnes ont donné des pieds *qui ont fleuri dans l'année du semis sans s'être tuberculisés*.

» Il est intéressant de constater que la Pomme de terre a été répandue par ses tubercules, qui sont, comme je l'ai montré, contaminés extérieurement. Ce n'est que beaucoup plus tard (1786) que Parmentier pouvait, à une époque où la culture était largement répandue, même en France, conseiller l'essai des semis. Ces semis donnent, du reste, encore de nos jours, très généralement des variétés tardives.

» Les faits que j'ai exposés ici confirment la conclusion à laquelle j'avais été amené précédemment. Si cette conclusion est exacte, il ne semble pas illégitime d'espérer qu'on pourra, par une culture rationnelle des Pommes de terre, tenant compte de la condition que j'indique, régulariser le rendement en tubercules et augmenter leur précocité. »

---

(1) E. Roze (*Histoire de la Pomme de terre*, Paris, 1898) signale et cite intégralement ce passage curieux.

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouveau groupe de roches très basiques* (1).
Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Michel-Lévy.

« Les lherzolites des Pyrénées et particulièrement celles de l'Ariège (Étang de Lherz, vallée de Suc, Prades) renferment, sous forme de traînées ou de filons distincts, toute une série de roches holocristallines, grenues, essentiellement constituées par un ou plusieurs pyroxènes (diopside, diallage, bronzite) et du spinelle vert foncé. Elles peuvent en outre contenir du grenat pyrope (calcique et ferreux) et enfin de la hornblende brune, ferrifère, qui devient parfois assez abondante pour faire disparaître les pyroxènes; elle est alors accompagnée d'un peu de biotite. L'olivine n'existe qu'accidentellement et toujours en petite quantité; il en est de même pour des traces d'un feldspath (andésine ou anorthite) qui est localisé dans les zones kélyphitiques entourant le grenat ou dans de petites plages enveloppant des grains corrodés de spinelle et de grenat; ce feldspath paraît d'origine secondaire.

» Les analyses suivantes ont été faites par M. Pisani sur les principales combinaisons minéralogiques que j'ai observées dans ces roches.

» *a.* Étang de Lherz : diallage, bronzite, spinelle.

» *b.* Escourgeat : même roche, avec en outre hornblende et un peu d'olivine serpentinisée.

» *d.* Étang de Lherz : hornblende et grenat, un peu de biotite et d'olivine.

» *e.* Étang de Lherz : diopside, grenat, spinelle.

» *f.* Étang de Lherz : Diallage, bronzite, hornblende, olivine (serpentinisée et calcifiée).

» *g.* Étang de Lherz : même roche que *f* avec en outre très peu d'andésine.

» Je donne par comparaison, en *h*, la composition de la lherzolite de Lherz.

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*	*f.*	*g.*	*h.*
SiO^2	47,09	47,29	42,68	38,58	44,38	38,95	42,324	4,64
Al^2O^3	16,99	16,93	18,36	20,42	17,60	19,80	15,41	5,85
Cr^2O^3	»	»	»	»	»	»	»	0,20 env.
Fe^2O^3	1,62	1,58	5,27	7,60	1,42	3,01	2,69	2,85
FeO	3,60	2,67	7,02	5,91	3,91	4,54	5,96	4,50
MgO	19,92	21,01	12,89	12,93	15,14	16,42	19,25	38,76
CaO	9,20	8,56	10,05	9,43	16,03	12,05	11,97	2,47
Na^2O	0,50	1,17	1,69	2,29	0,78	0,89	1,04	»
K^2O	0,25	0,39	0,51	1,39	0,15	0,37	0,24	»
Perte au feu	0,83	0,29	2,50	1,25	0,59	3,36	1,23	0,30
	100,00	99,89	100,97	99,80	100,00	99,39	100,11	99,57

(1) A. LACROIX, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 752; 1895.

» La comparaison de ces analyses montre que pyroxéniques et amphiboliques, malgré leur diversité de composition minéralogique, ces roches présentent un air de famille remarquable ; leur teneur en silice est peu différente de celle de la lherzolite ou est identique. Elles se différencient de cette roche par une teneur beaucoup plus grande en alumine et en chaux, compensée par une richesse beaucoup moindre en magnésie ; il existe en outre un peu d'alcalis atteignant leur maximum dans les types riches en amphibole et en biotite. Nos roches diffèrent des pyroxénolites connues dans d'autres régions ; celles-ci, en effet, ne sont guère plus alumineuses que la lherzolite et ont de 50 à 55 pour 100 de silice.

» Les véritables affinités chimiques des roches qui nous occupent sont avec les gabbros dont elles possèdent la haute teneur en alumine, en chaux et en magnésie ; elles en constituent le type ultra-magnésien, offrant de la façon la plus nette le caractère lamprophyrique. Leur caractéristique réside donc dans une composition minéralogique excluant les feldspaths et une composition chimique qui, *a priori*, pouvait faire supposer que ces minéraux jouaient un rôle important dans leur constitution.

» Ces considérations m'ont conduit à entreprendre sur ces roches toute une série d'expériences synthétiques par la voie purement ignée.

» Les spinelles ne se produisant en quantité notable dans les magmas fondus silicatés que lorsque ceux-ci sont sursaturés d'alumine, il m'a paru, en effet, possible d'obtenir aux dépens de ces roches, qui ne sont pas dans ce cas, des produits cristallisés différents de ceux qui les constituent naturellement. J'ai fondu dans des creusets de platine les échantillons dont les analyses ont été données plus haut. Ils ont été transformés ainsi en des verres homogènes qui ont été ensuite recuits pendant environ douze heures. Ils cristallisent très facilement, trop facilement même, car ils ont une grande tendance à laisser déposer des cristallites de péridot par suite d'une cristallisation incomplète. Quand le recuit a été bien conduit, j'ai obtenu, et particulièrement avec les échantillons dont l'analyse est donnée en *b* et *e*, des roches constituées par des microlites d'augite englobés par des cristaux plus grands de bytownite.

» Ces résultats ont un vif intérêt théorique, en montrant la signification exacte de nos roches qui sont à la limite des groupes des gabbros, des pyroxénites, et des péridotites et dont la composition chimique permet la production de roches minéralogiquement différentes, suivant les conditions qui président à la consolidation du magma dont elles proviennent. Leur forme d'épanchement serait des labradorites ou des basaltes extrêmement pyroxéniques. Elles doivent à une cristallisation intratellurique leur composition minéralogique spéciale (abondance du spinelle et du

grenat associés : des pyroxènes et de l'amphibole), instable dans les conditions qui président à la cristallisation des roches superficielles par fusion purement ignée. Il est donc possible de donner ainsi une démonstration *expérimentale* du mode de consolidation, non seulement de ces roches spéciales, mais encore des lherzolites qu'elles accompagnent et de confirmer ainsi les déductions que j'ai tirées à cet égard de l'*observation* sur le terrain des si remarquables phénomènes de contact de la lherzolite.

» Pour toutes ces raisons, il n'est plus possible de considérer ces roches comme de simples pyroxénolites; il est nécessaire d'en faire dans les classifications un sous-groupe distinct établissant le passage des pyroxénolites aux gabbros (1); je les désigne sous le nom d'*ariégites*, pour rappeler la région où elles sont particulièrement abondantes. »

GÉOLOGIE. — *Nouvelles observations sur la période glaciaire dans les Karpates méridionales.* Note de M. E. DE MARTONNE, présentée par M. de Lapparent.

« Dans une Note communiquée à l'Académie au mois de novembre 1899, j'ai exposé les premiers résultats de recherches sur les traces de la période glaciaire dans les Karpates méridionales, particulièrement dans le massif du Paringu et les monts de Fogarash. J'ai établi que ces montagnes avaient subi une glaciation du type pyrénéen, qui s'était vraisemblablement répétée deux fois et avait affecté tous les principaux sommets. Pendant l'été de 1900 j'ai exploré les monts de la Cerna, les monts du Lotru, la partie occidentale des Fogarash (Jeseru), et le massif du Csukas. Les faits observésp ermettent de préciser et d'étendre mes conclusions.

» Le massif du Csukas, constitué par les conglomérats cénomaniens qui

---

(1) M. Lœwinson-Lessing a établi une classification chimique des roches en se basant en particulier sur la considération des rapports moléculaires

$$(RO + R^2O) : R^2O^3 : SiO^2;$$

il est intéressant, à ce point de vue, de faire remarquer que la caractéristique des *ariégites* réside dans ce que les proportions moléculaires des oxydes $(RO + R^2O)$ sont sensiblement égales à celles de SiO^2; on a, en effet, pour les différentes analyses données plus haut, les rapports suivants : $(RO + R^2O) : R^2O^3 : SiO^2 =$ (*a*) 4,1 : 1 : 4,4; (*b*) 4,4 : 1 : 4,5; (*c*) 3,2 : 1 : 3,6; (*d*) 2,5 : 1 : 2,6: (*e*) 3,1 : 1 : 3,1; (*f*) 3,2 : 1 : 3,1; (*g*) 4,8 : 1 : 4,1.

forment la base du flysch, est entaillé par des ravins dominés d'escarpements sauvages, mais sans traces de cirques ni de roches moutonnées. Le point culminant n'atteint, en effet, l'altitude de 1958^{m} que sous la forme d'une pyramide dominant de 200^{m} le reste du massif. En admettant pour cette région une limite des neiges éternelles légèrement supérieure à celle que nous avons fixée pour les Fogarash (1900^{m}), on comprend qu'il n'y ait pu y avoir formation de glaciers.

» Le massif de Jeseru, dont l'exploration géologique reste encore presque entièrement à faire, s'élève à l'extrémité orientale des monts de Fogarash, au point où les deux chaînes qui constituent ce bourrelet montagneux (chaîne du Negoiu et chaîne du Cozia) viennent se raccorder par une inflexion vers le nord de la chaîne méridionale. La crête principale court du N.-E. au S.-O., de même que l'anticlinal de gneiss qui forme le cœur du massif. Elle reste constamment à une altitude voisine de 2200^{m}, atteignant 2400^{m} à Papusa et Jeseru mare, et est découpée comme à l'emporte-pièce sur ses deux versants par des cirques aussi typiques que ceux du Paringu. Les plus nombreux et les plus beaux sont ceux du versant N. J'ai pu faire une topographie sommaire des deux cirques d'Oticu, tournés vers l'ouest et le nord, et j'ai levé à 1 : 5000e, avec la règle à éclimètre, les deux paliers supérieurs du cirque de Jeseru mare. Ces cirques renferment des lacs entourés de roches moutonnées ou cerclés de remparts d'éboulis ressemblant à des moraines. Le calcul de l'altitude moyenne des paliers inférieurs des cirques et des roches moutonnées me conduit, en adoptant la méthode que j'ai appliquée au Paringu, à admettre que la limite des neiges éternelles devait être légèrement supérieure à 1900^{m}.

» Les monts du Lotru sont moins élevés que ceux du Fogarash. Le point culminant de la chaîne méridionale (Balota) atteint 2055^{m}, mais la crête reste longtemps à une altitude voisine de 2000^{m}. Cependant je n'y ai observé qu'un seul cirque bien formé, celui de Groupa Mălăi, tourné vers l'est, et dont le palier inférieur descend à 1830^{m}. Cette constatation ne peut surprendre, si l'on admet une limite des neiges éternelles voisine de 1900^{m}, et si l'on songe à la raideur des pentes du versant N. dans cette chaîne.

» L'exploration des monts de la Cerna est celle qui a fourni les résultats les plus importants et les plus inattendus. La chaîne cristalline qui, depuis la source de la Cerna, domine à l'ouest le cours de cette rivière, marqué par toute une traînée de récifs calcaires dont le mont Oslia est le point culminant, n'est que l'extrémité du grand massif cristallin étudié

dans le Banat par M. Schafarzik. La crête, formée par la partie supérieure du Cristallin, fortement injectée de pegmatites et, localement, de diabases, ne dépasse pas 2300^m, mais reste constamment supérieure à 2000^m et est entaillée profondément sur ses deux versants par un grand nombre de cirques, quelques-uns rappelant, par leur complexité et les cirques latéraux qu'ils présentent, les plus beaux cirques du Paringu. Partout on trouve des lacs; les plus grands sont ceux de Godeanu (1895^m) et Cracu Mainese (1777^m) dont j'ai pu faire un levé. Les roches moutonnées semblent manquer presque complètement; mais le fond des cirques est couvert d'éboulis qui prennent parfois sur les bords l'aspect de moraines latérales, et l'extrémité des paliers inférieurs présente des terrasses analogues de tout point aux terrasses pseudomorainiques du Paringu.

» L'une d'elles, celle du cirque de Soarbele, est incontestablement une moraine terminale. Elle en a conservé la forme topographique (muraille en fer à cheval) et n'offre que des blocs de schistes cristallins identiques à ceux qui affleurent dans le fond du cirque, alors que les escarpements voisins sont constitués par les calcaires de la Cerna. Des raisons analogues me font considérer comme une moraine le bourrelet qui barre l'extrémité inférieure du grand cirque de Mâcusa, près de la Stîna. Les cirques du versant nord de la chaîne présentent également des murailles en fer à cheval d'apparence morainique.

» La moraine de Soarbele, dont l'altitude est seulement de 1437^m, va se raccorder par une pente de $15°$ à $20°$ avec une terrasse formée des mêmes éléments. C'est donc un complexe fluvioglaciaire en petit. Nulle part ailleurs je n'ai trouvé de traces glaciaires aussi basses, mais on doit se rappeler que récemment M. Schafarzik trouvait dans le massif voisin du Sarko une moraine terminale par 1700^m environ. Pour la chaîne du Godeanu on arrive, en employant la même méthode que pour Jeseru, à une limite des neiges éternelles d'environ 1600^m.

» Deux conclusions nous semblent se dégager de ces faits, rapprochés de ceux que nos études précédentes ont révélés. C'est d'abord le rapide abaissement de la limite des neiges éternelles vers l'ouest, en partant du Csukas où elle dépassait 1900^m pour arriver à l'autre extrémité de la Valachie où, dans les monts de la Cerna, elle descendait à 1600^m. Ce fait semble général dans toute l'Europe, et a été récemment mis en lumière dans la péninsule des Balkans (Cvijic-Penck). — D'autre part, on doit remarquer que dans les massifs où les glaciers sont descendus le plus bas (monts de la Cerna), les appareils morainiques sont encore bien conservés,

tandis que dans ceux où les glaciers se sont arrêtés plus haut les moraines ont été la proie de l'érosion; par contre c'est dans les montagnes où la recherche des moraines est le plus problématique qu'on trouve les plus belles régions de roches moutonnées (Paringu), tandis qu'ailleurs on a peine à en trouver quelques-unes sous les débris glaciaires. Il y a là une indication sur la marche que suit l'érosion dans son travail d'effacement progressif des traces d'une glaciation restreinte. »

GÉOLOGIE. — *Les transgressions et les régressions des mers secondaires dans le bassin de l'Aquitaine.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Albert Gaudry.

« L'étude du Jurassique et du Crétacé du bassin de l'Aquitaine me conduit à établir des conclusions générales sur les *transgressions et les régressions marines dans ce bassin* et me permet de montrer leurs *rapports avec les mouvements du sol* (oscillations verticales et refoulements latéraux) et la *distribution des facies*.

» A la fin de la période triasique, la mer longeait le bord sud-ouest du Massif central, jusqu'aux environs de Brive. Dès le début du Lias, la dépression dans laquelle elle est logée s'accentue et se prolonge, vers le nord-ouest, dans la direction des plis du sud-ouest de ce massif. Les eaux marines suivent le mouvement de descente des masses continentales, assez accentué à l'*Hettangien,* pour permettre la communication des bassins de Paris et de l'Aquitaine, par le détroit poitevin.

» Désormais, *la sédimentation va suivre*, dans ce dernier bassin, *la marche de l'approfondissement;* elle sera d'autant plus grande que celle-ci sera plus accentuée. Toutefois la région correspondant au Quercy et au Sarladais formera, durant tout le Jurassique, une cuvette synclinale dans laquelle, l'enfoncement étant plus rapide, l'accumulation des sédiments deviendra énorme (1500^m au lieu de 3^m à 500^m dans le nord).

» La transgression marine s'accentue au *Lias supérieur* et au *Bajocien inférieur*. Elle est telle, à cette époque, que la Vendée est complètement immergée et qu'il s'établit une communication temporaire de l'Aquitaine avec le golfe des Causses, ce qui explique le passage des formes méridionales (*Lytoceras*, *Phylloceras*) de la deuxième région dans la première.

» Avec le *Bajocien sup.* commence une régression marine atteignant son maximum au *Bathonien inf.* et correspondant à un exhaussement vertical

du Massif central et, par places, à des mouvements horizontaux (discordance). Cette régression a été constatée sur tout le parcours du *Massif central,* qui, *très réduit, comme île, au Bajocien,* fut si *largement exondé au Bathonien inf.*, que des *lagunes saumâtres* s'établirent au N.-O, à l'O. et au S. *sur plus de* 500^{km}. Par contre, la mer continuait de couvrir une partie de la Vendée, jusque vers l'embouchure de la Loire.

» Une nouvelle transgression marine débute au *Callovien* et se poursuit jusqu'à la fin du Kimmeridgien. L'enfoncement du bassin se fait régulièrement, mais il est toujours plus accentué dans le Quercy.

» Des mouvements du sol, dont les effets sont faciles à constater, ont lieu au *Portlandien inf.* La Bretagne et le Massif central s'exondent, s'ondulent et ainsi cesse la communication des mers par le détroit du Poitou. Puis le mouvement se propage (*Purbeckien*) au bassin lui-même, dans lequel se sont accumulés les dépôts jurassiques. Il émerge peu à peu, à son tour, tandis que sur son emplacement, *sur plus de* 300^{km}, s'étendent des lagunes saumâtres. Bassin et masses continentales sont définitivement émergés à la fin du Purbeckien et la mer rejetée au S.-O. (Pyrénées). *Les refoulements latéraux se manifestent durant tout l'infra-crétacé.* Ils ont pour résultat d'*esquisser un système de plis de direction N.-O.* et de *dômes*, isolés (Quercy), ou rattachés à ces plis [dômes de Mareuil, Chapdeuil, Saint-Cyprien (Dordogne), Jonzac, île d'Oléron (Charente)].

» Sur la région jurassique *ondulée*, puis *aplanie par l'érosion, à la fin de l'infra-crétacé*, viennent s'étendre les eaux de la mer Cénomanienne, dont l'arrivée coïncide avec un nouveau mouvement de descente du bassin. Les sédiments crétacés recouvrent, en effet, en transgressivité, tous les étages jurassiques, avec, par places, une discordance atteignant 45°. Toutefois les mers crétacées eurent une moins grande extension que les mers jurassiques, car une notable partie du Quercy resta émergée.

» Au *Cénomanien*, le dôme de Saint-Cyprien (Cf. *Comptes rendus*, 21 janvier 1901) forme encore une île bordée de lagunes saumâtres sur plus de 50^{km}. Les dômes de Sauveterre et de Fumel (Lot-et-Garonne) restent rattachés à la terre ferme, tandis que ceux de Mareuil, de Chapdeuil, de l'île d'Oléron sont complètement recouverts par les eaux. Mais dès le *Turonien inf.*, la transgression marine qui se produit amène l'immersion de tous ces dômes. Ce mouvement ne dure que jusqu'au *Turonien sup.*, époque à laquelle a lieu une nouvelle régression marine amenant la formation de barres récifales à rudistes, dans le nord, et le dépôt de grès, de sables et de lignites dans le sud-ouest.

» Avec le *Sénonien* se produit un mouvement inverse; la mer accumule sur son fond une épaisseur considérable de sédiments détritiques à Ostracées. Puis l'émersion de toute la région secondaire reprend au *Maëstrichtien*, et elle se fait si rapidement qu'elle est achevée avant la fin du Crétacé.

» Le Tableau suivant résume la série des principaux phénomènes des temps secondaires dans le bassin de l'Aquitaine :

Transgressions marines.	Régressions marines.	Nature des dépôts.	Mouvements du sol.
Hettangien.....	»	»	Ouverture du détroit poitevin.
Lias sup....... Bajocien inf....	»	Marnes et calc.	Communication de l'Aquitaine avec le golfe des Causses.
	Bajocien sup.	Calc. coralliens.	»
	Bathonien inf.	500^{km} de lagunes saumâtres. Lignites.	Le Massif central est exondé. La Vendée est immergée.
Jurassique sup.	»	Marnes et calc.	Discordance au S.-E.
	Portlandien.	»	Fermeture du détroit poitevin.
	Purbeckien.	300^{km} de lagunes saumâtres (sel, gypse).	La mer est de plus en plus rejetée vers les Pyrénées.
Infra-crétacé...	»	»	Esquisse du réseau de plis N.-O. et de dômes. Leur ablation.
Cénomanien ...	»	Marins au N. Saumâtres au S.-E.	Discordance atteignant 45°. Le Quercy reste émergé. Certains dômes forment des îles.
Turonien inf...	»	Calc. marneux.	Immersion de tous les dômes.
	Turonien sup.	Récifs à rudistes. Sables et lignites au S.-E.	»
Sénonien	»	Calc. détritiques.	Discordance par places.
	Maëstrichtien.	»	Émersion de tout le bassin.

HYDROLOGIE. — *Contribution à l'étude des eaux souterraines. Courbes isochronochromatiques* (¹). Note de M. **Félix Marboutin**, présentée par M. Maurice Levy.

« La nécessité de connaître les origines de l'eau arrivant aux émergences des sources destinées à l'alimentation a été tout dernièrement mise en évidence par les travaux de la Commission scientifique de l'observatoire municipal de Montsouris. Au cours des études faites dans la région alimentant la ville de Paris pour « tracer la Carte de la circulation souterraine »,

(¹) Travail exécuté au Service chimique de l'Observatoire de Montsouris.

suivant l'expression de M. Duclaux, nous avons fait des expériences de coloration des eaux au moyen de la fluorescéine, en ayant soin d'examiner tous les puits de la région où nous opérions.

» L'expérience nous ayant montré qu'un très grand nombre de puits présentent des traces de coloration au bout de temps plus ou moins variables, nous avons eu l'idée de tracer les courbes lieux des points où les molécules d'eau colorée arrivent au bout du même temps. Ces courbes, que nous avons d'abord appelées *isochrones* et que M. Janet nous a proposé d'appeler *isochronochromatiques*, permettent de se rendre compte de la manière dont les eaux se propagent dans le sous-sol. Elles mettent en évidence des régions tranquilles, où l'eau est presque stagnante, et des lignes de plus grande propagation, qui ont une importance particulière au point de vue de l'hygiène publique. Voici comment nous opérons :

» Nous versons en un point de la nappe souterraine à étudier une certaine quantité d'une solution de fluorescéine, en même temps qu'un volume d'eau suffisant pour créer un déplacement de la fluorescéine dans la nappe, en augmentant artificiellement la hauteur du niveau piézométrique au point où se fait le jet. Cette augmentation doit durer un temps suffisant pour que la dilution de la fluorescéine dans la nappe aquifère soit assez prononcée. L'expérience nous a montré qu'une heure ou deux suffisaient. Les molécules colorées vont rejoindre les exutoires naturels de la nappe, sources ou puits, en suivant les trajectoires les plus diverses. En faisant exécuter des prélèvements d'heure en heure et dans des zones concentriques à partir du point où a eu lieu le jet de la fluorescéine, on peut connaître, à moins d'une heure près, l'époque où les molécules, passant par le point considéré, rejoignent les puits ou les sources.

» Ces heures, portées sur une carte de la région à l'emplacement de chaque puits, permettent de tracer des courbes de propagation des molécules d'eau, par une méthode analogue à celle qui est utilisée pour le tracé des courbes employées en météorologie.

» La coloration des eaux des puits et sources d'une même région pourrait causer une vive émotion dans le pays si elle était visible à l'œil nu. Nous avons soin de n'employer que des quantités de fluorescéine assez faibles : 400^{gr} à 700^{gr}, suivant l'importance de la nappe aquifère.

» La coloration des eaux n'est alors plus visible à l'œil nu dans les conditions ordinaires, mais elle l'est encore au fluoroscope, dont M. Trillat [1]

---

(1) *Comptes rendus*, 1899.

a donné le principe et que nous avons perfectionné en collaboration avec M. Molinié, chimiste à l'observatoire municipal de Montsouris.

» Notre fluoroscope se compose de douze tubes en cristal très blanc, venus d'une même coulée; ces tubes sont bouchés à une extrémité par un bouchon en caoutchouc rouge noirci avec de la plombagine. La boîte servant au transport des tubes contient des montants qui se fixent sur les côtés de celle-ci en maintenant une traverse percée de trous qui sert de support aux tubes.

» Les tubes étant remplis d'eau et placés verticalement l'un à côté de l'autre dans l'ordre des heures de prélèvement, on reconnaît immédiatement la présence de la fluorescéine à l'apparition d'un reflet verdâtre qui se projette sur le fond noir formé par le bouchon.

» Il faut se mettre en garde contre la coloration propre des eaux; il est souvent commode de prendre un tube témoin; c'est ce que nous avons fait au début de nos expériences, en mars 1900, et ce que nous faisons toujours lorsque nous avons un aide peu expérimenté.

» Nous sommes arrivés, M. Molinié et moi, à reculer la limite de visibilité au *dix-milliardième*. Mais cette limite dépend beaucoup de la nature de la fluorescéine que l'on emploie.

» Nous donnons ci-dessous le Tableau des limites de visibilité au fluoroscope pour neuf échantillons que nous avons étudiés; ils proviennent de matières colorantes, produites dans des usines différentes, désignées dans le commerce sous le nom générique de *fluorescéine*.

				Dilution des solutions. — Coloration visible					
				à l'œil	au fluoroscope				
Numéro d'ordre.	Nom commercial du produit.	Aspeet.	Couleur.	$\frac{1}{10^7}$.	$\frac{1}{5\times10^8}$.	$\frac{1}{10^9}$.	$\frac{1}{2\times10^9}$.	$\frac{5\times10^9}{1}$.	$\frac{1}{10^{10}}$.
1.	Fluorescéine	Masse amorphe	Rouge br.	Nette	Nette	Limite	0	0	0
2.	Jaune 4811	Poudre	Vermillon	Nette	Nette	Limite	0	0	0
3.	Uranine A.	Poudre	Vermillon	Faible	Limite	0	0	0	0
4.	Uranine B.	Masse amorphe	Brun	Nette	Nette	0	0	0	0
5.	Jaune DH sol.	Poudre	Brun	Nette	Nette	0	0	0	0
6.	Jaune DH ins.	Poudre	Jaune r.	Tr. faible	0	0	0	0	0
7.	Fluorescéine	Poudre	Brun rouge	Tr. nette	Tr. nette	Tr. nette	Limite	0	0
8.	Fluoresc. III	Poudre	Brun rouge	Faible	0	0	0	0	0
9.	Fluorescéine	Masse amorphe	Brun rouge	Tr. nette	Tr. nette	Tr. nette	Tr. nette	Nette	Limite

» L'eau qui a servi à faire les solutions est l'eau de la source du Miroir (à Theil-sur-Vanne); elle était très légèrement opaline sur 1^m d'épaisseur. »

M. E. Guarini adresse un complément à ses expériences sur la télégraphie sans fil.

M. A.-L. Herrera adresse, de Mexico, une Note « Sur les vacuoles contractiles de l'oléate d'ammoniaque en formation. »

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

ERRATA.

(Séance du 19 novembre 1900.)

Note de M. *M. Tsvett*, Sur la chlorophylline bleue :

Page 843, ligne 24, *au lieu de* à la ligne F, *lisez* vers la ligne G.

N° 6.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 11 février 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

N° 6.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1901

PREMIER SEMESTRE

—

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 7 (18 Février 1901).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

—

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leur Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 FÉVRIER 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur une forme nouvelle des équations de la Mécanique*. Note de M. **H. Poincaré**.

« Ayant eu l'occasion de m'occuper du mouvement de rotation d'un corps solide creux, dont la cavité est remplie de liquide, j'ai été conduit à mettre les équations générales de la Mécanique sous une forme que je crois nouvelle et qu'il peut être intéressant de faire connaître.

» Supposons qu'il y ait n degrés de liberté et désignons par $x_1, x_2, \ldots, x_n$ les variables qui définissent l'état du système. Soient T et U l'énergie cinétique et l'énergie potentielle.

» Envisageons un groupe transitif continu quelconque. Soit $X_i(f)$ une substitution infinitésimale quelconque de ce groupe, telle que

$$X_i(f) = X_i^1 \frac{df}{dx_1} + X_i^2 \frac{df}{dx_2} + \ldots + X_i^n \frac{df}{dx_n}.$$

» Ces substitutions formant un groupe, on devra avoir

$$X_i X_k - X_k X_i = \sum c_{ik,s} X_s.$$

» Nous pourrons poser (puisque le groupe est transitif)

$$x'_\mu = \frac{dx_\mu}{dt} = \eta_1 X_1^\mu + \eta_2 X_2^\mu + \ldots + \eta_r X_r^\mu$$

de telle façon qu'on puisse passer de l'état $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ du système à l'état infiniment voisin $(x_1 + x'_1\, dt, \ldots, x_n + x'_n\, dt)$ par la substitution infinitésimale du groupe $\sum \eta_i\, dt\, X_i(f)$.

» T, au lieu de s'exprimer en fonction des x' et des x, pourra s'exprimer en fonction des η et des x. Si nous donnons aux η et aux x des accroissements virtuels $\delta\eta$ et δx, il en résultera pour T et U des accroissements

$$\delta T = \sum \frac{dT}{d\eta} \delta\eta + \sum \frac{dT}{dx} \delta x; \qquad \delta U = \sum \frac{dU}{dx} \delta x.$$

» Le groupe étant transitif, je pourrai poser

$$\delta x_\mu = \omega_1 X_1^\mu + \omega_2 X_2^\mu + \ldots + \omega_r X_r^\mu$$

de telle façon que l'on puisse passer de l'état x_i du système à l'état infiniment voisin $x_i + \delta x_i$ par la substitution infinitésimale du groupe

$$\sum \omega_i X_i(f).$$

Je poserai ensuite

$$\sum \left(\frac{dT}{dx} - \frac{dU}{dx} \right) \delta x = \sum \Omega_i \omega_i.$$

Soit alors l'intégrale de Hamilton

$$J = \int (T - U)\, dt,$$

on aura

$$\delta J = \int \left(\sum \frac{dT}{d\eta_i} \delta\eta_i + \sum \Omega_i \omega_i \right) dt.$$

» Or on trouve aisément

$$\delta\eta_i = \frac{d\omega_i}{dt} + \sum c_{ski} \eta_k \omega_s.$$

» Le principe de moindre action nous donne alors

$$\frac{d}{dt}\frac{dT}{d\eta_s} = \sum c_{ski}\frac{dT}{d\eta_i}\eta_k + \Omega_s. \tag{1}$$

» Les équations (1) comprennent comme cas particuliers :

» 1° Les équations de Lagrange, quand le groupe se réduit aux substitutions, toutes permutables entre elles, qui augmentent une des variables x d'une constante infiniment petite.

» 2° Les équations d'Euler pour la rotation des corps solides, où le rôle des η_i est joué par les composantes p, q, r de la rotation, et celui de Ω_s par les couples dus aux forces extérieures.

» Elles sont surtout intéressantes dans le cas où U étant nul, T ne dépend que des η. »

PHYSIQUE. — *Sur la radio-activite secondaire des métaux.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« Au cours de mes expériences sur les propriétés du rayonnement du radium, et après avoir signalé la variation de l'absorption du rayonnement déviable par un même écran suivant la distance de celui-ci à la source radiante, j'ai appelé l'attention sur la pénétration extraordinaire d'une partie du rayonnement traversant le fond d'une petite cuve en plomb en contact avec la matière active [1]. Quelque temps après, M. Villard [2] a reconnu dans la partie non déviable du rayonnement du même corps, des rayons très pénétrants se superposant aux rayons très absorbables observés par M. et Mme Curie.

» En poursuivant l'étude de ce rayonnement très pénétrant, j'ai obtenu quelques résultats intéressants.

» Le 27 mars 1900, en vue d'expériences sur la déviation électrostatique, j'avais placé une petite quantité de sel de radium très actif, dans une rainure de 1^{mm} de large environ, pratiquée au milieu de la face supérieure d'un petit parallélépipède en plomb de $34^{mm},5$ de long, sur $21^{mm},2$ de large et $7^{mm},5$ de haut. La rainure, parallèle au grand côté, avait environ 20^{mm} de long, $1^{mm},6$ de profondeur et contenait la matière active en son

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 374; 12 février 1900.

(2) *Ibid.*, p. 1010; 9 avril 1900.

milieu, sur 10^{mm} de long environ et 1^{mm} d'épaisseur. Ce petit bloc de plomb contenant la matière active depuis près de onze mois, a servi aux expériences suivantes :

» Si l'on pose le bloc sur une plaque photographique enveloppée de papier noir, et si l'on développe la plaque au bout de quarante-huit heures, on observe sur celle-ci une impression très intense. Cette action s'est produite non seulement au travers du fond qui a 6^{mm} d'épaisseur, mais encore par les parois latérales d'où il est sorti un rayonnement qui a impressionné la plaque à plusieurs centimètres de distance de la source. Ce rayonnement semble émaner de la matière active de la rainure au travers des faces du bloc dont les angles projettent des ombres divergentes. Si ce rayonnement latéral provient, sans transformation, de la substance active, il a traversé des épaisseurs de plomb de 12^{mm} à 20^{mm}.

» Ce rayonnement, ainsi filtré par une grande épaisseur de plomb, est extraordinairement pénétrant et donne naissance à des phénomènes d'émission particuliers. Il traverse facilement deux plaques photographiques superposées et va impressionner la couche sensible d'une troisième, mais dans ce trajet la diffusion est très grande et l'impression nuageuse qui couvre la troisième plaque n'a qu'une analogie lointaine avec la silhouette de l'impression faite sur la première.

» A cette impression sur la première plaque se superpose un autre phénomène inattendu : la trace du bloc est marquée par un rectangle uniformément impressionné; cette impression uniforme rectangulaire se superpose à un rayonnement identique à celui des faces latérales émis au travers du fond, et dans lequel on retrouve la silhouette diffusée de la source radiante.

» Les mêmes apparences se reproduisent lorsqu'on couvre par une mince feuille de mica la plaque enveloppée de papier noir, le phénomène n'est donc pas dû à des vapeurs ordinaires de plomb.

» Si, au lieu de poser directement le bloc sur le mica qui recouvre le papier enveloppant la plaque photographique, on le fait reposer sur une lame de plomb de 1^{mm} d'épaisseur, de forme quelconque, dépassant de plusieurs centimètres les contours du bloc actif, et si l'on dispose sur la plaque d'autres fragments de lames métalliques, on observe, au bout du même temps de pose, qu'à plusieurs centimètres de distance, toutes les parties métalliques atteintes par le rayonnement ont donné sur la plaque une impression plus forte que celle qu'aurait produite le rayonnement direct. Il n'est pas nécessaire que le métal soit en contact avec le bloc.

» Une lame métallique, de plomb ou d'aluminium, posée sur la plaque photographique dans les conditions indiquées ci-dessus, au lieu de paraître agir comme écran pour arrêter le rayonnement de la source, donne au contraire une impression plus forte; cette impression est sensiblement uniforme sur quelques centimètres carrés de surface; elle va en diminuant avec l'augmentation de la distance, et de l'épaisseur du métal traversé obliquement par le rayonnement incident.

» Sur les bords des lames disposées sur la plaque, on observe deux sortes d'effets : du côté exposé au rayonnement, une émission secondaire très intense que j'ai déjà signalée il y a deux ans (1); du côté opposé, une ombre projetée, semblable à celles que j'ai obtenues dans mes premières épreuves avec l'uranium il y a cinq ans. Lorsque ces ombres se projettent sur d'autres parties métalliques, elles semblent les traverser, ce qui montre que les parties métalliques protégées contre le rayonnement direct n'émettent pas de rayonnement secondaire et que ce dernier rayonnement ne se propage qu'à une petite distance des points directement excités.

» Une seconde plaque photographique, placée au-dessous de la première dans l'expérience qui précède, montre avec une grande intensité le rayonnement direct; le rayonnement secondaire des morceaux de plomb répartis sur la première plaque traverse plus difficilement le verre de celle-ci, et la seconde épreuve donne une faible indication de ce rayonnement secondaire, au milieu des ombres plus intenses produites par les rayons directs.

» J'ajouterai que des lames de plomb ayant donné des impressions très fortes dans les conditions précédentes, et placées isolément à l'abri du rayonnement excitateur sur des plaques photographiques, enveloppées de papier noir, n'ont produit aucune action.

» Le phénomène dont il vient d'être question semble donc être un rayonnement secondaire, produit par une excitation du rayonnement incident qui est absorbé, mais moins pénétrant que celui-ci, et il apparaît comme un phénomène correspondant à ce qu'est la phosphorescence ou la fluorescence par rapport à la lumière. La pénétrabilité du rayonnement secondaire, plus faible que celle du rayonnement excitateur, est analogue à la même propriété des rayons secondaires qui dérivent des rayons de Röntgen et qui ont été découverts par M. Sagnac. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 774; 1899.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau composé gazeux, le fluorure de sulfuryle* SO^2F^2. Note de MM. **H. Moissan** et **P. Lebeau**.

« En faisant réagir un excès de fluor sur le soufre dans un appareil de cuivre, nous avons démontré précédemment qu'il se formait un perfluorure ou hexafluorure de soufre, de formule SF^6 (¹). Ce gaz très lourd était remarquable par sa grande stabilité, puisqu'il était inattaquable par la potasse fondue ou par le sodium à son point d'ébullition. Nous avons fait remarquer que, si cette préparation était faite dans un vase de verre, la réaction était plus compliquée et que, en même temps que l'hexafluorure, il se produisait des oxyfluorures parmi lesquels se trouvait le fluorure de thionyle SOF^2, que nous avions étudié ensuite et qui a été préparé complètement pur (²). Nous avons poursuivi l'étude des oxyfluorures qui se forment dans ces conditions, et nous avons établi, dans des expériences préliminaires, que le rendement en oxyfluorures augmentait lorsque l'appareil contenait une petite quantité d'humidité susceptible de fournir de l'oxygène. D'autre part, nous avons remarqué que la préparation de l'hexafluorure de soufre, lorsqu'elle était faite dans un appareil de verre, pouvait nous donner de 20 à 30 pour 100 de gaz absorbable par une solution aqueuse de potasse.

» Nous ajouterons enfin que des proportions plus ou moins grandes de gaz fluorés, absorbables par une solution alcaline, se produisaient encore, mais d'une façon variable, dans l'action exercée par le fluor sur le chlorure de thionyle, sur le chlorure de sulfuryle, et sur l'hydrogène sulfuré en présence de l'humidité ou du verre.

» Si l'on considère l'hexafluorure de soufre SF^6, on reconnaît de suite que, théoriquement, il peut donner naissance à deux oxyfluorures de formule SOF^4 et SO^2F^2. Le premier de ces composés paraît se former lorsque l'on fait réagir le fluor sur le fluorure de thionyle dans une éprouvette de

(¹) H. Moissan et P. Lebeau, *Sur un nouveau corps gazeux, le perfluorure de soufre* (*Comptes rendus*, t. CXXX, 2 et 9 avril 1900).

(²) H. Moissan et P. Lebeau, *Préparation, propriétés et analyse du fluorure de thionyle* (*Comptes rendus*, t. CXXX, 28 mai 1900).

verre

$$F^2 + SOF^2 = SOF^4,$$
$$2\,\text{vol.} + 2\,\text{vol.} = 2\,\text{vol.}$$

» La réaction se produit, en effet, à la température ordinaire et le fluorure de thionyle donne, dans ces conditions, son propre volume d'un nouveau gaz non absorbable par l'eau et absorbable lentement par une solution alcaline.

» Nous indiquons, dans le présent Travail, les procédés de préparation et les propriétés de l'autre oxyfluorure de la même série répondant à la formule SO^2F^2.

» *Préparation.* — 1° Nous avons utilisé pour obtenir ce nouveau composé la réaction que fournit le fluor en présence d'anhydride sulfureux dans un appareil de verre.

» L'action du fluor sur le gaz sulfureux est assez différente suivant les conditions de l'expérience. Lorsque l'on fait arriver quelques bulles d'anhydride sulfureux dans une éprouvette de verre remplie de fluor, la combinaison est violente; elle se produit avec explosion et une grande partie du gaz est rejetée hors de l'éprouvette. Dans ces conditions il se forme un mélange de fluorure de thionyle, d'oxygène et d'une petite quantité d'un oxyfluorure non absorbable par l'eau et décomposable par une solution alcaline. Au contraire, si nous faisons arriver un courant de fluor dans une atmosphère de gaz sulfureux, il ne se produit pas de réaction immédiate, mais, dès que la teneur en fluor atteint dans le mélange une certaine limite, il se fait une explosion violente et l'appareil est brisé. Si l'on détermine, en élevant la température, la combinaison continue du fluor et de l'acide sulfureux la réaction se poursuit tranquillement et l'on obtient surtout le composé SO^2F^2.

» L'appareil était formé de deux ballons de 250^{cc} placés à la suite l'un de l'autre et mis en communication avec deux flacons de verre de même capacité. Les différentes parties de l'appareil portaient deux tubes de verre recourbés à angle droit et donnant passage au courant gazeux. Le premier ballon possédait en outre un troisième tube destiné à l'arrivée du fluor et, à l'extrémité de ce tube, nous avions disposé un fil de platine porté à l'incandescence par un faible courant électrique. Cet artifice nous permettait d'amorcer la réaction dès le début du dégagement du fluor. Lorsque l'appareil était bien sec, on déplaçait l'air qui le remplissait par

un courant d'anhydride sulfureux, pendant environ deux heures. Enfin, on faisait arriver par le tube de verre un courant continu de fluor. Ce dernier gaz prenait feu dans l'atmosphère d'acide sulfureux, grâce au fil de platine porté au rouge, et la réaction se poursuivait ensuite, le fluor brûlant alors dans l'acide sulfureux avec une flamme blafarde.

» En même temps une matière blanche facilement fusible se déposait sur les parois du ballon en gouttelettes huileuses. Lorsque la préparation était terminée, on scellait de suite les trois tubes abducteurs du premier ballon. On portait ce dernier sur la cuve à mercure et le gaz était recueilli dans une éprouvette de verre. L'opération se poursuivait ensuite au moyen du second ballon, les deux flacons qui suivent les ballons de verre ne servant qu'à empêcher tout contact des gaz réagissant avec l'air atmosphérique.

» On réunit enfin le gaz du deuxième ballon à celui du premier, et l'on obtient ainsi, dans chaque opération, environ 500^{cc} de gaz qui contiennent de 250^{cc} à 300^{cc} d'oxyfluorure absorbable par la potasse. Le mélange gazeux ainsi préparé est abandonné pendant douze heures en présence de 10^{cc} d'eau bouillie qui élimine une petite quantité de fluorure de thionyle et l'excès d'anhydride sulfureux. On lave ensuite à l'eau bouillie et le gaz restant doit être complètement inodore. Il renferme une certaine quantité d'oxygène qui provient, d'une part de la formation de fluorure de thionyle et d'autre part de la décomposition par la chaleur d'un petit volume de gaz sulfureux.

» Le gaz est ensuite séché par du fluorure de potassium fondu, puis liquéfié à $-80°$ dans un appareil de verre relié à une pompe à mercure pour le séparer de l'oxygène qui reste gazeux.

» Lorsque la liquéfaction est complète, on fait un vide partiel dans l'appareil, puis on laisse la température s'élever et l'on recueille un gaz entièrement absorbable dans une solution aqueuse de potasse et bouillant à une température constante de $-52°$.

» 2° On peut encore préparer cet oxyfluorure en faisant arriver un courant de gaz fluor dans une atmosphère d'hydrogène sulfuré humide. Le fluor prend feu de suite dans l'hydrogène sulfuré sans qu'on ait besoin d'employer l'artifice du fil de platine porté au rouge. Il se produit une flamme bleue très chaude, et l'on recueille après l'expérience un mélange complexe d'hydrogène sulfuré, de fluorure de silicium, d'hexafluorure de soufre, de fluorure de thionyle et du nouvel oxyfluorure. Ce dernier gaz

est séparé par des lavages à l'eau, par un traitement avec une solution de sulfate de cuivre, puis, après dessiccation, il est séché liquéfié à — 80° et enfin fractionné dans le vide.

» 3° Le même mélange gazeux peut s'obtenir en décomposant l'hydrogène sulfuré sec par le fluor dans un appareil de verre. L'oxygène de l'oxyfluorure est fourni dans ce cas par l'eau qui résulte de l'action de l'acide fluorhydrique sur le verre.

» *Propriétés du fluorure de sulfuryle.* — Le fluorure de sulfuryle est un gaz incolore, inodore, se liquéfiant à la température de — 52° et se solidifiant dans l'oxygène liquide. Son point de fusion est de — 120°.

» A cette température sa tension est de 65^{mm} et à — 80° elle égale 241^{mm}. La détermination de sa densité, à la température de 15°, nous a donné les chiffres suivants :

1.	2.	3.	4.	5.	Théorie pour SO^2F^2.
3,54	3,53	3,57	3,56	3,55	3,53

» Ce gaz est sans action chimique sur l'eau même en tube scellé à la température de + 150°. L'eau en dissout environ un dixième de son volume à +9°. L'alcool à la même température en dissout environ trois volumes. Il est insoluble dans l'acide sulfurique à 66°. Ce gaz appartient bien à la série de l'hexafluorure de soufre, car il possède, comme lui, une grande stabilité. Non décomposable par l'eau à la température ordinaire, il est lentement absorbable par une solution aqueuse et plus rapidement par une solution alcoolique de potasse. Il est très lentement absorbé par l'eau de chaux et l'eau de baryte.

» La potasse aqueuse ou alcoolique décompose ce gaz d'après la réaction suivante :

$$SO^2F^2 + 4KOH = SO^4K^2 + 2KF + 2H^2O.$$

Cette réaction a été vérifiée par l'analyse.

» Chauffé dans une cloche courbe en verre de Bohême, il ne produit aucune réaction avant la température du rouge sombre. Si l'on chauffe davantage, le verre s'attaque lentement, et enfin, au point de ramollissement du verre de Bohême, la réaction devient plus nette, le volume diminue, il se produit du fluorure de silicium et, grâce à l'oxygène du verre, de l'anhydride sulfurique :

$$2SO^2F^2 + SiO^2 = SiF^4 + 2SO^3.$$

» Nous ajouterons que cette réaction est complexe, et qu'il se produit en même temps une petite quantité d'anhydride sulfureux.

» *Action de l'hydrogène.* — En présence d'un excès d'hydrogène, le fluorure de sulfuryle, chauffé dans une cloche courbe, attaque le verre et fournit, dès le rouge sombre, un corps solide, blanc, qui a donné au contact de l'eau les réactions de l'acide sulfurique et de l'acide fluorhydrique. La réaction est identique avec l'étincelle d'induction.

» *Action du fluor.* — Nous avons fait réagir sur le fluorure de sulfuryle du fluor bien exempt d'acide fluorhydrique qui n'attaquait pas le verre à la température ordinaire. Après deux heures de contact sur la cuve à mercure, le volume n'avait pas changé, et les propriétés du fluorure de sulfuryle étaient restées constantes. Nous avons pris alors un volume déterminé de $2^{cc},75$ de fluorure de sulfuryle que nous avons placé dans une cloche courbe de verre de Bohême, et que nous avons additionné de 12^{cc} de gaz fluor. On a chauffé ensuite lentement, jusqu'à la température de 200°, la partie courbe de la cloche, et l'on s'est arrêté dès qu'une légère irisation s'est produite à la surface intérieure du verre. En agitant ensuite, après refroidissement avec du mercure, le fluor a été absorbé, et il nous est resté $2^{cc},75$ d'un gaz présentant toutes les propriétés du fluorure de sulfuryle. Le fluor est donc sans action sur ce nouveau composé.

» *Action de l'oxygène.* — Il ne se produit aucune réaction entre le fluorure de sulfuryle et l'oxygène à la température de ramollissement du verre. Si l'on fait passer pendant une heure des étincelles d'induction dans un mélange de un volume de fluorure de sulfuryle et de deux volumes d'oxygène, il ne se fait qu'une très légère décomposition avec production d'une très petite quantité de fluorure de silicium. La plus grande partie du gaz reste inaltérée. Sur $4^{cc},9$, après une heure et demie d'expérience, il n'y a eu de décomposé que 60^{cc}, de gaz fluorure de sulfuryle.

» *Action du soufre.* — Le soufre réagit sur le fluorure de sulfuryle au rouge naissant. L'expérience a été faite dans une cloche courbe, et, après une demi-heure de chauffe, on constate que le volume a augmenté. Il reste après l'expérience un mélange de gaz fluorure de silicium et anhydride sulfureux. En partant d'un volume de $3^{cc},2$, nous avons trouvé $4^{cc},6$ d'acide sulfureux et $1^{cc},6$ de fluorure de silicium.

» D'après la réaction suivante,

$$2SO^2F^2 + SiO^2 + S = 3SO^2 + SiF^4,$$

nous aurions dû trouver théoriquement : acide sulfureux, $4^{cc},8$ et fluorure de silicium, $1^{cc},6$.

» Ces chiffres sont assez voisins pour vérifier en volume la formule SO^2F^2 du fluorure de sulfuryle.

» *Sélénium.* — La décomposition du fluorure de sulfuryle se produit à une température plus basse que la précédente; elle vérifie de même la composition du fluorure de sulfuryle par la réaction suivante

$$2SO^2F^2 + SiO^2 + Se = SeO^2 + 2SO^2 + SiF^4.$$

» *Phosphore et arsenic.* — Le phosphore et l'arsenic peuvent être distillés dans le gaz fluorure de sulfuryle sans produire aucune réaction.

Silicium. — Ce métalloïde réagit lentement au rouge sombre sur le fluorure de sulfuryle. Il se produit du fluorure de silicium et de l'anhydride sulfureux. Après une heure de chauffe, la réaction est incomplète.

» *Bore, carbone.* — Ces corps simples, au rouge sombre, ne décomposent pas le fluorure de sulfuryle.

» *Action des métaux.* — Le sodium peut être fondu dans le gaz fluorure de sulfuryle sans produire aucune réaction. Mais, pour peu qu'on élève la température, une absorption totale se produit. Nous avons utilisé cette réaction pour doser le soufre et le fluor dans ce nouveau corps gazeux.

» Le calcium chauffé au-dessous du rouge se combine au fluorure de sulfuryle avec incandescence; il se forme une masse grise contenant du sulfure de calcium, et un résidu insoluble dans l'eau renfermant tout à la fois du fluor, du soufre et du calcium.

» Lorsque l'on chauffe du magnésium pur dans une cloche courbe de verre de Bohême remplie de fluorure de sulfuryle, la réduction du verre par le magnésium se produit avant l'attaque du fluorure.

» Le fer n'a pas d'action au rouge sombre.

» *Action de quelques composés gazeux.* — Au rouge sombre, le gaz acide chlorhydrique est sans action sur le fluorure de sulfuryle. Au contraire, l'hydrogène sulfuré réagit assez rapidement à la même température, en produisant un dépôt de soufre et une diminution du volume total.

» Le gaz ammoniac, qui ne se combine pas à l'hexafluorure de soufre, se combine au contraire lentement, à la température ordinaire, au fluorure de sulfuryle. Il se produit une matière blanche, solide, soluble dans l'eau, dont la formule, d'après le volume de gaz absorbé, serait

$$SO^2F^2.5AzH^3 \qquad (T. 15^\circ - H. 760).$$

» *Analyse du fluorure de sulfuryle.* — Pour faire l'analyse de ce nouveau

corps gazeux, nous avons utilisé la propriété que possède la vapeur de sodium de décomposer cet oxyfluorure en donnant un mélange solide de sulfure et de fluorure alcalins.

» Un volume déterminé de gaz est introduit dans une cloche courbe en verre de Bohême dont la grande branche mesure $0^m,80$. On fait arriver ensuite un morceau de sodium dans la partie courbée, et l'on chauffe jusqu'à ce que l'absorption du gaz soit complète.

» On laisse refroidir, on constate alors que la hauteur du mercure dans la grande branche de la cloche courbe est sensiblement égale à la pression atmosphérique, ce qui démontre que l'absorption du gaz a été totale. On laisse alors rentrer l'air avec précaution et il ne reste plus ensuite qu'à doser le soufre et le fluor, dans le produit fondu, mélangé d'un excès de sodium qui reste dans la partie courbe de la cloche.

» L'extrémité du tube renfermant ce mélange est coupée et l'on projette les fragments dans une solution aqueuse de nitrate d'argent. Il se produit aussitôt un précipité de sulfure d'argent et d'oxyde d'argent, en même temps que des fluorures d'argent et de sodium entrent en solution.

» On filtre. La partie liquide sert à doser le fluor; le précipité permet de déterminer le soufre.

» *Dosage du soufre.* — Le précipité (mélange d'oxyde et de sulfure) est traité par un excès d'eau de brome afin d'oxyder le soufre et d'amener l'argent à l'état de bromure insoluble. On filtre et l'on dose le soufre à l'état de sulfate de baryum.

» *Dosage du fluor.* — Le fluor est dosé à l'état de fluorure de calcium dans le liquide filtré obtenu précédemment.

» Pour cela, on précipite l'argent par l'acide chlorhydrique, puis on ajoute dans la liqueur filtrée du carbonate de soude en léger excès et du chlorure de calcium; il se produit un précipité de fluorure de calcium et l'on termine le dosage comme à l'ordinaire.

» Dans les eaux de filtration, on constate presque toujours la présence d'une très petite quantité de soufre provenant de l'oxydation superficielle du sulfure de sodium pendant la première partie de l'analyse.

» On précipite ce soufre à l'état de sulfate de baryum, et l'on ajoute ce nouveau poids à celui qui a été trouvé précédemment.

	1.	2.	Théorie pour SO^2F^2.
Soufre	31,73	30,96	31,37
Fluor	36,87	»	37,26
Oxygène	»	»	31,37

tionnel des éthers alcoylcyanacétiques, également découverts et préparés par l'un de nous et ses élèves (1). Les deux séries d'éthers décomposent les carbonates, pour former des sels bien cristallisés, et c'est pour cette raison que nous leur avons donné le nom d'acides *méthiniques* (2), parce que, d'après leur mode de synthèse, ils renferment le groupement *méthine* CH.

$$R'CO.\overset{\diagup CAz}{CH} - CO^2R, \qquad \overset{\diagup CAz}{CH} = (CO^2R)^2.$$

» Toutefois, ainsi que nous l'avons montré dans deux Communications présentées à l'Académie (3), les premières de ces molécules, malgré l'un de leurs modes de formation (*action des chlorures d'acides sur les éthers cyanacétiques sodés*), se comportent dans quelques-unes de leurs réactions, non comme des corps cétoniques, mais prennent la forme tautomère, c'est-à-dire la forme énolique :

$$R'.COH = \overset{\diagup CAz}{C} - CO^2R.$$

» Nous avons, en effet, mis en évidence ce fait que, lorsqu'on traite leurs sels d'argent par des iodures alcooliques, on obtient des combinaisons de la formule (I)

$$\text{(I)} \qquad R' - COR'' = \overset{\diagup CAz}{C} - CO^2R,$$

$$\text{(II)} \qquad R' - CO - \overset{\diagup CAz}{CR''} - CO^2R,$$

combinaisons qui sont isomères avec celles (II) obtenues jadis par M. A. Held en traitant les éthers acétoalcoylacétiques sodés par du chlorure de cyanogène. Des essais tentés pour préparer les éthers alcoylcyanomaloniques, en partant des éthers alcoylmaloniques sodés et du chlorure de cyanogène, n'ayant donné aucun résultat, nous avons appliqué à la préparation de ces corps la même méthode que celle qui nous avait servi à

(1) A. Haller et A. Held, *Comptes rendus*, t. XCV, p. 235; *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XVII, p. 222; A. Haller, *Comptes rendus*, t. CI; p. 1270, etc.

(2) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1193.

(3) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 142; *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XVI, p. 403-432.

» Ainsi que nous venons de l'expliquer, nous avons donné tout d'abord la préférence à cette décomposition au rouge du fluorure de sulfuryle par la vapeur de sodium, afin d'éviter la formation de composés fluosulfurés qui auraient pu ne pas nous donner tout le soufre sous forme d'acide sulfurique.

» Mais ces premiers résultats ont été vérifiés par une autre méthode. Nous absorbons un volume déterminé de fluorure de sulfuryle par une solution alcoolique de potasse. Après avoir chassé l'alcool, on précipitait le soufre à l'état de sulfate de baryte en liqueur acide. Le fluor était dosé par le procédé précédent dans le liquide filtré. On s'assurait ensuite que le précipité de sulfate de baryum ne renfermait pas de fluor.

» Nous avons trouvé ainsi les chiffres suivants :

	1.	2.	Théorie pour SO^2F^2.
Soufre...........	31,86	31,60	31,37
Fluor...........	37,42	36,98	37,26

» *Conclusions.* — En résumé, nous avons obtenu un nouveau corps gazeux appartenant à la série de l'hexafluorure de soufre. Il en possède la grande stabilité et, par son peu d'affinité, il peut lui être comparé. Sa formule déduite de sa densité, de son analyse et de ses réactions est SO^2F^2. On peut donc le considérer comme l'hexafluorure SF^6 dans lequel le fluor est remplacé par de l'oxygène. Par sa formule il semble correspondre au composé déjà connu, le chlorure de sulfuryle. En réalité, le groupement sulfuryle, s'il existe dans ce nouveau gaz, fait partie d'une molécule beaucoup plus stable dans laquelle les réactions ne permettent pas de le mettre en évidence.

» Une fois de plus, ces expériences démontrent que si le fluor est bien incontestablement en tête de la famille des halogènes, il est un peu en retrait, avec des propriétés spéciales et caractéristiques qui l'éloignent légèrement du chlore et en même temps le rapprochent de l'oxygène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers alcoylcyanomaloniques et les acides alcoylcyanacétiques qui en dérivent.* Note de MM. **A. Haller** et **G. Blanc.**

« Les éthers cyanomaloniques, dont l'un de nous a donné la préparation [1], il y a quelques années, sont les analogues au point de vue fonc-

[1] *Comptes rendus,* t. XCV, p. 142; *Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. XVI, p. 403-432.

produire les éthers de la forme

$$R'.COR'' = \overset{\overset{CAz}{/}}{C} - CO^2R\ (^1).$$

» De l'éther cyanomalonique sodé a été traité par une solution aqueuse d'azotate d'argent, et le précipité grisâtre, constitué par de l'éther cyanomalonique argentique, après avoir été lavé, séché et bien divisé, fut mis en suspension dans l'éther et chauffé dans un appareil à reflux avec l'iodure alcoolique. Au bout de quelques heures, le précipité prend la couleur jaune de l'iodure d'argent et la réaction est terminée. On filtre, on chasse l'éther par distillation et l'on rectifie. On obtient ainsi avec un rendement pour ainsi dire quantitatif :

» L'éther méthylcyanomalonique $CAz - C \begin{cases} CH^3 \\ (CO^2C^2H^5)^2 \end{cases}$ distillant à 135° sous 28^{mm}.

» L'éther éthylcyanomalonique $CAz.C \begin{cases} C^2H^5 \\ (CO^2C^2H^5)^2 \end{cases}$ bouillant à 142°-145° sous 30^{mm}.

» L'éther *n*-propylcyanomalonique $CAz.C \begin{cases} C^2H^7 \\ (CO^2C^2H^5)^2 \end{cases}$ distillant à 155°-157° sur 28^{mm}.

» Ces éthers constituent des liquides mobiles à odeur faible et complètement neutres.

» Quand on les chauffe pendant vingt-quatre heures à l'ébullition avec de l'acide chlorhydrique concentré, on les saponifie en même temps qu'il y a départ d'acide carbonique et formation de chlorhydrate d'ammoniaque, et l'on obtient respectivement les acides propionique, butyrique et valérianique normal. Ces acides ont été isolés par entraînement avec la vapeur d'eau et caractérisés par leurs sels d'argent dont on a fait l'analyse.

$$R.C \begin{cases} CN \\ (CO^2C^2H^5)^2 \end{cases} + HCl + 4H^2O = R.CH^2 - CO^2H + 2CO^2 \\ + AzH^4Cl + 2C^2H^5OH.$$

» Un excès d'une solution de potasse à 30 pour 100, ajouté à ces éthers, provoque un échauffement considérable, au point que le mélange entre en ébullition. Si l'on acidule alors la liqueur qui est devenue com-

(1) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1221; A. Haller et G. Blanc, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 376.

plètement homogène par de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique, et qu'on épuise le liquide par de l'éther, on obtient par évaporation du dissolvant respectivement les acides α-cyanopropionique, α-cyanobutyrique et α-cyanovalérianique à l'état huileux.

» Pour caractériser ces acides qui jusqu'alors n'ont été décrits que sous la forme de leurs éthers éthyliques, on les a transformés en leurs sels de chaux en les neutralisant par du carbonate de calcium.

» Ces sels cristallisent difficilement même au sein de l'alcool, sont très solubles dans l'eau, moins dans l'alcool. L'analyse a été faite sur des produits préalablement séchés à 100°, puis portés à 125°.

» Pour achever la caractérisation de ces acides on les a transformés en outre en leurs anilides, par la méthode décrite par l'un de nous (¹) et employée à préparer la cyanacétanilide et d'autres combinaisons de ce genre. Cette méthode consiste à chauffer les acides cyanés, bien exempts d'eau, avec la quantité théorique d'isocyanate de phényle jusqu'à ce qu'on ne perçoive plus l'odeur du carbanile, puis à purifier l'anilide obtenue par une série de cristallisations dans l'alcool et dans l'eau bouillante, d'où elles cristallisent en paillettes blanches.

$$\mathrm{R.\overset{CAz}{\overset{/}{C}}HCOOH} + \mathrm{Az}\langle{}^{\mathrm{CO}}_{\mathrm{C^6H^5}} = \mathrm{R.\overset{CAz}{\overset{/}{C}}H{-}COAzHC^6H^5} + \mathrm{CO^2}.$$

» Ces anilides sont très peu solubles dans l'eau, l'éther de pétrole, très solubles dans l'alcool.

» L'α-cyanopropionanilide $\mathrm{CAz - CH}\langle{}^{\mathrm{CH^3}}_{\mathrm{COAzHC^6H^5}}$ fond à 104°-105°.

» L'α-cyanobutyroanilide $\mathrm{CAz - CH}\langle{}^{\mathrm{C^2H^5}}_{\mathrm{COAzHC^6H^5}}$ fond à 86°-87°,

» L'α-cyanovaléroanilide normale $\mathrm{CAz - CH}\langle{}^{\mathrm{C^3H^7}}_{\mathrm{COAzHC^6H^5}}$ fond à 88°-89°.

» L'ensemble de ces recherches montre, en résumé, que l'éther cyanomalonique renferme bien un groupe méthinique CH, et que la substitution des radicaux alcooliques se porte sur cet atome d'hydrogène, puisque dans tous les dérivés qu'on obtient, en partant des éthers alcoylcyanomaloniques, les radicaux sont soudés à l'atome de carbone du groupe CH. »

(¹) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 189.

EMBRYOLOGIE. — *Note sur une fistule congénitale lacrymo-pharyngo-faciale, ouverte au-dessous de la narine droite;* par M. **Lannelongue.**

« Le développement de l'embryon humain n'est pas absolument fixé sur tous les points, tant s'en faut. Il y a encore de nombreuses lacunes qui ne seront comblées qu'avec de longues et patientes recherches, mais qui, en attendant, sont l'origine de théories plus ou moins satisfaisantes. De temps en temps, toutefois, il arrive qu'il persiste, sous forme d'anomalie, un état organique qui ne devait être que transitoire et que l'on n'avait pour ainsi dire ni saisi, ni compris, dans l'étude normale du développement. Ce trouble, tantôt simple, tantôt compliqué, projette alors une lumière nouvelle sur un point obscur; il devient un fait anatomique précieux d'une valeur indiscutable, permettant de rectifier les interprétations purement théoriques.

» A l'appui de cette opinion, je citerai l'observation suivante, que je crois unique d'ailleurs, et qui me paraît apporter des arguments nouveaux pour l'étude du développement de la narine et de la lèvre supérieure. L'intérêt qui s'y attache est d'autant plus grand que la question est l'objet de divergences d'opinions très marquées. J'ajouterai, en outre, qu'à l'aide d'un procédé opératoire simple, j'ai pu obtenir la cure parfaite d'une anomalie disgracieuse consistant dans la présence de deux narines ou plutôt d'une narine et d'une fistule, l'une au-dessus de l'autre sur le côté droit de la figure, et d'une déviation du nez.

» Voici d'abord le fait en lui-même :

» Le 7 décembre 1899 on nous présente, à l'Hôpital des Enfants-Malades, une petite fille de deux ans, très bien portante d'ailleurs, sur la figure de laquelle se trouve, au-dessous de la narine droite, un orifice arrondi, ouvert, ayant plus du tiers des dimensions de l'orifice externe de la narine. Il est séparé de celui de la narine par un pont cutané et cartilagineux en continuité parfaite avec l'aile de la narine, ce qui veut dire que l'aile de la narine, très bien dessinée et complète, va rejoindre le lobule médian du nez en bas en passant au-dessus de l'orifice anormal. Cette aile du nez est simplement remontée, ainsi que l'orifice de la narine, qui a pris une forme arrondie. Le nez est asymétrique d'après cela; il est plus élargi à droite et remonté de ce côté.

» L'orifice anormal, qu'on ne saurait mieux comparer qu'à celui d'une grosse fistule osseuse, est cutané. Il est le point de départ d'un trajet horizontal antéro-postérieur, légèrement oblique en dehors, parallèle au plancher des fosses nasales, au-dessous duquel il est situé, et aboutissant au pharynx. Un stylet le parcourt aisément en passant au-dessus de la voûte palatine et va buter contre la paroi postérieure du pharynx; il a

environ 6^{mm} à 7^{mm} de diamètre. On injecte du lait dans ce trajet et le lait revient en partie par la bouche. On injecte ensuite la fosse nasale correspondante, on la remplit de lait et rien ne parvient dans le pharynx ni ne ressort par le trajet anormal.

» Donc le trajet est indépendant de la fosse nasale et celle-ci est bouchée en arrière; un stylet qui la parcourt n'arrive pas non plus dans le pharynx. Il était indispensable de savoir où se déversaient les larmes; or, une injection de lait par le point lacrymal ressort par le trajet anormal, qui donne aussi passage à l'air, servant ainsi à la respiration. Toutefois la vraie fosse nasale a conservé, malgré son obstruction, sa sensibilité spéciale, ainsi qu'en témoignent quelques expériences faites avec des substances odorantes qui déterminent des réflexes démonstratifs.

» Avant de chercher à interpréter le cas, je terminerai l'observation par la courte description de l'opération que je tentai pour faire disparaître l'anomalie extérieure et qui fut suivie d'un plein succès. Le plan opératoire fut celui-ci : reporter la partie antérieure du trajet anormal dans la fosse nasale vraie en suturant son orifice cutané à la muqueuse nasale, de manière que rien extérieurement ne décelât la fistule. Pour cela, je détachai de la sous-cloison du nez la partie de l'aile de la narine qui vient s'y insérer et je la portai en dehors en la séparant de la muqueuse nasale en arrière, tandis qu'en avant l'incision passait sur la peau immédiatement au-dessus de l'orifice de la fistule. Dans un second temps, je disséquai le trajet fistuleux dans une étendue de 1^{cm} au moins d'avant en arrière en laissant une couche de partie molle de 2^{mm} environ autour de lui. Lorsqu'il fut ainsi dégagé, je le reportai en arrière dans la fosse nasale en le suturant à la muqueuse nasale et au bord postérieur du pont de l'aile interne de la narine primitivement détachée de la paroi nasale. Cette aile fut alors rabattue et recousue à la sous-cloison.

» L'orifice fistuleux était ainsi remonté et reporté en arrière dans la vraie fosse nasale. Du même coup, l'aile du nez se trouvait avoir pris la place de la fistule et, par conséquent, être descendue; ce qui la mettait sur le même plan que celle de l'autre côté, en même temps que le nez reprenait sa forme symétrique.

» En quelques jours la guérison était obtenue, et l'on ne pouvait découvrir de traces de cette anomalie; le cours des larmes n'avait subi aucune atteinte, et la respiration se faisait par la fosse nasale.

» Tel est le fait en lui-même. Voyons maintenant comment il cadre avec les notions que l'on possède sur l'embryogénie de cette région.

» Deux théories sont en présence au sujet de la formation de la narine et de la lèvre supérieure.

» A. La plupart des embryologistes et notamment His, Biondi [1], admettent que le bourgeon médian dit *frontal*, ou *nasal interne*, forme la partie interne de la narine primitivement appelée *fente olfactive*, que le bourgeon nasal externe en constitue la partie externe, mais s'arrête au niveau de l'aile du nez, tandis que c'est au maxillaire supérieur qu'on doit

---

[1] Biondi, *Arch. für path. An. und Ph.*; Berlin, 1888.

le développement de la partie inférieure du contour de la narine, ce dernier bourgeon venant se réunir successivement à l'extrémité inférieure du nasal externe et au nasal interne, complétant ainsi en bas l'orifice olfactif.

» B. Contrairement à cette opinion, Albrecht (*Arch. für klin. Chirurg.*; 1885) a soutenu que, de même que le bourgeon nasal interne ou frontal continuait à descendre jusqu'au bord inférieur de la lèvre supérieure, le bourgeon nasal externe, après avoir formé la partie externe de l'aile du nez, descendait, lui aussi, en constituant une partie de la lèvre supérieure, jusqu'au bord libre de cette lèvre et que le pourtour inférieur de la narine était constitué par la réunion du bourgeon nasal interne et du bourgeon nasal externe.

» D'après cette théorie, le bourgeon maxillaire supérieur ne prenait aucune part à la formation de la narine et de la lèvre supérieure.

» *D'autre part*, tous les embryologistes sont d'accord pour considérer que la ligne de soudure entre le bourgeon nasal externe et le bourgeon maxillaire supérieur ménage entre ses parois une fente qui est le canal lacrymal.

» Chez la petite malade dont il s'agit il existe deux faits importants qu'il faut d'abord mettre en relief :

» 1° La fistule est au-dessous de la narine, qui est bien constituée et qui présente un bord postéro-interne, formé par la peau et le cartilage, passant comme un pont au-dessus de l'ouverture de la fistule pour aller s'insérer à la sous-cloison.

» 2° Le canal lacrymal s'ouvre dans la fistule.

» La fistule, étant congénitale, est due à une absence de coalescence entre les bourgeons faciaux. Et comme elle est sur le prolongement du canal lacrymal, sa paroi supérieure provient du bourgeon nasal externe et sa paroi inférieure du bourgeon maxillaire supérieur. Chez cette enfant il est donc évident :

» 1° Que le bourgeon nasal externe s'est réuni au bourgeon nasal interne en formant le bord inférieur de ce qui semble être la narine;

» 2° Que le bourgeon maxillaire supérieur a formé la lèvre supérieure avec le bourgeon nasal interne et sans l'aide du nasal externe.

» Ce cas est donc inexplicable avec la théorie d'Albrecht.

» Il montre au contraire que si par hasard la coalescence au-dessous de la narine des bourgeons nasal externe et frontal a lieu, elle s'accompagne de la persistance d'une fistule antéro-postérieure, reste de la fente lacrymale et nécessaire en quelque sorte à l'écoulement des larmes.

» Le fait clinique que je rapporte demande aussi à être envisagé au point de vue des déductions qu'il peut fournir à l'égard du siège de la fissure dans les cas de becs-de-lièvre complexes.

» En effet Albrecht a encore soutenu que la fissure des becs-de-lièvre complexes passait non pas entre l'os incisif et le maxillaire supérieur, mais entre deux parties de l'os incisif distinguées dans ce but en os intermaxillaires interne et externe. La plupart des auteurs récents admettent en effet l'existence de deux os incisifs ou intermaxillaires de chaque côté. Il se peut que, habituellement, ce soit dans leur intervalle que passe la fissure des becs-de-lièvre complexes; mais ce que le cas cité plus haut démontre, c'est que chez cette enfant le bourgeon nasal externe s'arrêtait immédiatement au-dessous de la narine, c'est-à-dire au-dessus de la fistule, et que par conséquent il ne prenait aucune part, comme le croit Albrecht, à la formation des os incisifs ni de la lèvre supérieure.

» En admettant avec les auteurs récents qu'il y a bien réellement deux os incisifs de chaque côté, le plus externe ne saurait provenir du bourgeon nasal externe.

» Dans ces conditions la fissure du bec-de-lièvre doit passer, au niveau de la lèvre supérieure, soit entre deux os provenant d'un même bourgeon, le nasal interne, soit entre deux os appartenant à des bourgeons différents, au bourgeon frontal d'un côté, au maxillaire supérieur de l'autre. »

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte d'un Oursin d'âge crétacé dans le Sahara oriental.* Note de M. de Lapparent.

« Jusqu'à présent, tous les essais de reconstitution de la Paléogéographie africaine se sont bornés à admettre qu'à l'époque crétacée, et sans doute depuis le cénomanien jusqu'au sénonien supérieur, la Méditerranée envoyait un grand golfe dans la région du désert libyque. Ce golfe, limité du côté de l'est par le long massif archéen au milieu duquel la fosse de la mer Rouge s'est tardivement ouverte, s'étendait en Nubie jusqu'à l'emplacement actuel de Khartoum. Quant à son extension vers l'ouest, on ne supposait pas qu'elle eût dépassé le pied de la chaîne de hauteurs du Tibesti.

» Sur la Carte géologique de l'Afrique, exécutée sous la direction de M. K. von Zittel et publiée dans l'*Atlas physique* de Berghaus, le Tibesti est figuré comme une barrière de terrains archéens et primaires, couronnée par quelques cônes volcaniques récents, et séparant complètement

le désert libyque du Sahara; et les quelques indications données sur l'intervalle compris entre le Tibesti et le lac Tchad ne mettent en évidence que ces mêmes formations archéennes ou paléozoïques.

» Cependant on sait depuis longtemps que l'oasis de Bilma, située par environ 19° de latitude nord, sur la route du Tchad à Tripoli, contient un important gisement de sel gemme, précieuse ressource pour les Touareg du Sahara oriental. De plus, dans la relation de son voyage, Rohlfs ([1]) a indiqué que si, jusqu'à Bilma, le grès est la roche dominante, « on voit apparaître parfois, dans la plaine de Mafaras, du gypse, du marbre et des bancs crayeux ». Il ajoutait que « au sud de Bilma le grès est riche en fossiles, notamment en *empreintes d'ammonites* »; qu'aux rochers dits de *Tjigrin*, qui bordent à l'ouest la route des caravanes, des fossiles tout particuliers se montrent dans une roche grise d'apparence vitreuse; enfin, qu'immédiatement avant Agadem, c'est-à-dire sur le bord méridional du Sahara, où Nachtigal avait signalé la présence de calcaires diversement colorés, sortant de dessous le grès ferrugineux, on remarque de véritables « accumulations de fossiles », notamment de mollusques.

» Malgré ces indications si formelles, M. von Zittel a cru devoir arrêter le tracé des mers crétacées au nord-est du Tibesti, et il n'a reproduit, dans son Ouvrage sur le Désert libyque, l'assertion relative aux ammonites, qu'en la faisant suivre d'un point d'interrogation. En revanche, sur la Carte d'Afrique publiée par le Service géographique de l'Armée (Carte de Lannoy de Bissy), on a tenu fidèlement compte du croquis joint à la relation de Rohlfs dans les *Petermann's Mitteilungen*, et le mot *Fossiles* y figure à deux places entre Bilma et Agadem.

» Sachant que la route du Tchad à Bilma avait été suivie en 1892 par le colonel Monteil, j'ai profité d'une rencontre avec l'éminent explorateur pour l'entretenir de ce problème, si déconcertant pour les géologues, par suite de la fatalité qui semble avoir empêché l'arrivée en Europe de tout échantillon propre à justifier les affirmations pourtant si claires des voyageurs. Comme je lui demandais si rien d'analogue n'avait frappé ses regards, M. Monteil voulut bien me dire qu'il avait ramassé, près de Bilma, une seule pierre paraissant offrir une empreinte; et dès le lendemain il me l'envoyait obligeamment en communication, avec une Note sur les circonstances de sa trouvaille.

» Le 11 septembre 1892, après quatre heures d'une marche de nuit, la

---

([1]) *Petermann's Mitteilungen*, Ergänzungsheft, n° V.

caravane du colonel, en route vers Bilma, s'arrêtait à 6h du matin à Zau Saghaïr, par environ 18° 23' 08" de latitude nord, pour le salam traditionnel du lever de l'aurore. M. Monteil étant descendu de cheval, son pied porta contre une pierre arrondie qui éveilla son attention par sa forme et par l'empreinte visible d'un rayonné sur sa surface. Il eut l'heureuse idée de la garder comme souvenir, et c'est de ce fossile que je viens entretenir l'Académie.

» On y reconnaît sans peine, malgré l'usure que le sable du désert lui a infligée, un gros Oursin de la famille des *Regulares*, fossilisé dans un calcaire compact jaune qui, par places, fait feu à la pointe d'acier. Par ses dimensions (11cm de diamètre), cet Oursin dépasse tous les fossiles connus de la même famille, et il n'existe aucun type européen ni même algérien auquel il puisse être comparé.

» Cependant, M. Victor Gauthier, dont la compétence en matière d'Échinides est depuis longtemps établie, y a reconnu de suite un genre créé en 1897 par M. Noetling pour un Oursin du Baloutchistan, recueilli dans les couches supérieures du Crétacé de cette contrée, sur l'horizon de la craie de Maëstricht (sous-étage *maëstrichtien* ou *aturien* supérieur).

» Il est ainsi prouvé que, vers la fin de l'époque crétacée, à l'heure où, dans nos contrées européennes, la mer subissait une régression si marquée, non seulement elle persistait sur le désert libyque, mais elle s'avançait jusqu'au voisinage du Tchad, en manifestant, par sa faune, des affinités avec la région indienne.

» Des affinités semblables ont d'ailleurs été constatées, en ce qui concerne la même période maëstrichtienne, dans la Basse-Égypte et jusqu'en Tunisie, où se recueillent à ce niveau des ammonites alliées à celles de l'Inde méridionale.

» La voie par laquelle pouvait se faire cet échange est tout indiquée, au nord du massif ancien du Sinaï et de la mer Rouge; car le Crétacé supérieur de la Palestine contient des Céphalopodes, tels que *Baculites syriacus*, qui se retrouvent dans le désert égyptien ([1]), et les recherches de M. de Morgan ont prouvé que la mer Aturienne passait en Perse, d'où elle rejoignait le Baloutchistan.

» Le golfe crétacé du Sahara oriental avait-il d'autres communications plus méridionales avec les mers de l'époque? Aucun fait ne permet de

---

([1]) Blanckenhorn, *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, p. 33; 1900.

l'affirmer; mais il serait également téméraire de le nier, vu l'absence complète de toute donnée géologique sur l'espace compris entre le Tchad et le Congo, joint au fait qu'à Libreville il existe des dépôts du même âge que ceux de Bilma. En outre, dans la direction opposée, au pays des Gallas, M. Neumann ([1]) a récemment observé un lambeau de Crétacé supérieur à actéonelles, en même temps qu'à Socotra M. Kossmat ([2]) a relevé une série crétacée complète, concordante avec le tertiaire.

» Quoi qu'il en soit, la détermination précise de l'Oursin rapporté par le colonel Monteil entraîne une modification assez sérieuse des vues jusqu'ici professées à l'égard du continent africain. L'immunité presque totale dont il semblait avoir joui, depuis les temps primaires, contre les incursions marines, doit être notablement restreinte, au moins en ce qui concerne la partie située au nord de l'équateur.

» On pouvait d'ailleurs pressentir que la mer Crétacée ne s'était pas arrêtée au Tibesti; car, selon la relation de Nachtigal, les indigènes de ce pays habitent des cavernes (lesquelles, on le sait, ne se trouvent guère qu'en pays calcaire), et le même auteur a signalé, dans le massif, des « formations crayeuses ».

» En tout cas, la constatation qui vient d'être faite donne un intérêt tout particulier à l'exploration des points où Rohlfs déclare avoir vu des empreintes d'ammonites. Il serait tout à fait intéressant d'y retrouver les types indiens déjà observés en Tunisie et en Égypte. Souhaitons aussi que l'attention des chercheurs veuille enfin se porter sur le gisement voisin d'Agadem, où abondent les coquilles de mollusques.

» Si aucun échantillon de ces fossiles n'est encore parvenu en Europe, c'est que l'utilité qu'il y avait à les recueillir n'a été signalée à personne. Ajoutons que l'extrême chaleur détermine les caravanes du Sahara oriental à voyager surtout la nuit, ce qui fait que bien des choses échappent aux regards. Mais aujourd'hui que l'influence française s'est établie à l'est du Tchad, il suffira, pensons-nous, d'avoir montré l'opportunité de ces recherches pour qu'un de nos vaillants pionniers du désert s'y dévoue, et nous apporte ainsi la solution définitive de l'un des problèmes les plus importants de la Géologie africaine.

» Je produis à la suite de cette Note les indications qu'a bien voulu me fournir M. Gauthier sur l'Oursin du Sahara :

([1]) *Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*, p. 479; 1900.
([2]) *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften*, Wien, 1899.

» Il appartient à un genre que Noetling a établi en 1897 dans les *Memoirs of the geological Survey of India* [*Fauna of Balutchistan of the upper cretaceous* (*maestrichtian*) *beds*], séries XVI, Vol. I, Part III, p. 14, *Pl. I* et *III*. Noetling a nommé son Oursin, qui ne paraît pas mieux conservé que celui du colonel Monteil, *Protechinus paucituberculatus*. M. Lambert a fait observer (*Revue critique de Paléozoologie*, 2e année, n° 3, p. 126, juillet 1898) que le nom générique de *Protechinus* avait déjà été employé par Austin pour un autre Échinide et a proposé de le remplacer par *Noetlingia*.

» .... Voici la diagnose du genre : Oursin régulier atteignant une grande taille (celui de Noetling ne mesure pas moins de 95^{mm} de diamètre et celui du colonel Monteil plus de 110^{mm}). Appareil apical presque entièrement intercalaire; du moins quatre des plaques ocellaires, I, II, IV et V, s'intercalent entre les plaques génitales pour former le circuit du périprocte; l'ocellaire antérieure III me paraît rejetée en dehors; je n'en suis pas certain, l'appareil étant médiocrement conservé sur l'exemplaire africain, et encore plus usé sur celui du Baloutchistan.

» Aires ambulacraires larges, égalant presque la moitié des interambulacraires; zones porifères très étroites, superficielles, ou très légèrement déprimées, allant en ligne droite du sommet au péristome; elles sont oligopores : c'est-à-dire qu'il n'y a que trois paires de pores par plaque majeure; deux de ces paires sont régulièrement alignées le long de la suture, un peu obliquement, sur deux plaquettes entières et égales; la troisième paire est portée par une très petite plaquette placée à l'extrémité interne des deux autres, et les pores sont sensiblement plus petits. Cette disposition qui n'existe, à ma connaissance, chez aucun autre Oursin, fait que les pores forment deux rangées verticales, une externe, composée des grandes paires régulières, et une interne, dessinée par les petites plaques et les petites paires dont j'ai parlé.

» Entre les zones porifères s'étendent plusieurs rangées verticales de tubercules, de dimension médiocre, sans crénelures ni perforation, d'après Noetling, notre exemplaire étant trop usé pour que je puisse constater ce détail; deux de ces rangées portent des tubercules un peu plus développés que les autres et montent seules jusqu'au sommet.

» Les aires interambulacraires portent également un grand nombre de rangées verticales de tubercules semblables, au moins dix-huit à l'ambitus, dont la troisième de chaque côté est la principale. Ces mêmes tubercules forment en même temps des rangées horizontales plus ou moins régulières. Le milieu de l'aire n'est pas nu; mais il est moins garni que les deux côtés.

» La face inférieure manquant chez notre Oursin, nous ne connaissons pas le péristome; il en est de même pour l'exemplaire de Noetling. Le périprocte, compris entre les plaques apicales, est ovale et de médiocre étendue pour la taille de l'Oursin.

» L'exemplaire saharien est très voisin de l'exemplaire indien; la forme est plus hémisphérique, et surtout le milieu des aires interambulacraires est moins nu que chez le *N. paucituberculata*. Ce n'est pas la même espèce, et je propose de l'appeler *Noetlingia Monteili*. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *De la propagation des ondes dans les fluides visqueux*. Note de M. P. Duhem.

« I. Si l'on désigne par ρ la densité en un point d'un fluide visqueux en mouvement, par T la température, par u, v, w, les trois composantes de la vitesse, par $X\,dm$, $Y\,dm$, $Z\,dm$ les composantes de la force, tant intérieure qu'extérieure, qui sollicite l'élément dm, par Π la pression, enfin, par $\lambda(\rho, T)$, $\mu(\rho, T)$ deux fonctions de ρ et de T qui vérifient les inégalités

$$(1) \qquad \mu(\rho, T) > 0, \qquad 3\lambda(\rho, T) + 2\mu(\rho, T) \geqq 0,$$

on a, en tout point du fluide, trois équations dont la première est :

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{\partial \Pi}{\partial x} - \rho X + \rho\left(\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + w\frac{\partial u}{\partial z}\right) - (\lambda + \mu)\frac{\partial \theta}{\partial x} - \mu \Delta u \\ &\qquad - \theta\frac{\partial \lambda}{\partial x} - 2\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial \mu}{\partial x} - \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\right)\frac{\partial \mu}{\partial y} - \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z}\right)\frac{\partial \mu}{\partial z} = 0. \end{aligned} \right.$$

» Dans cette équation, θ désigne, à l'ordinaire, la somme

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}.$$

» Peut-il arriver que, de part et d'autre d'une certaine surface S, les équations du mouvement du fluide visqueux admettent deux intégrales analytiquement différentes et cela, de telle sorte que, sur la surface S, les quantités Π, ρ, T, u, v, w et leurs dérivées partielles *du premier ordre*, aient la même valeur dans les deux intégrales?

» Si u_1, v_1, w_1 sont les composantes de la vitesse en un point et à un instant, selon la première intégrale, tandis que u_2, v_2, w_2 sont les composantes de la vitesse au même point et au même instant, selon la seconde intégrale, nous posons

$$u_1 - u_2 = U, \qquad v_1 - v_2 = V, \qquad w_1 - w_2 = W, \qquad \theta_1 - \theta_2 = \Theta.$$

» Les égalités (2) fournissent alors, en tout point de la surface S, trois égalités dont la première est

$$(3) \qquad [\lambda(\rho, T) + \mu(\rho, T)]\frac{\partial \Theta}{\partial x} + \mu(\rho, T)\Delta U = 0.$$

» Selon la dénomination introduite dans notre Note *Sur le théorème d'Hugoniot et quelques théorèmes analogues* [1], la surface S est une *onde du premier ordre* pour les dérivées partielles du premier ordre de U, V, W et, partant, pour la fonction θ. Gardons les notations de cette Note, en substituant seulement à λ, μ, ν, pour éviter toute confusion, les symboles α, β, γ.

» *Si la vitesse de propagation*, désignée par a dans cette Note, *était finie*, l'équation (3) de la présente Note demeurerait exacte après multiplication par a; alors les inégalités (3) de la Note *Sur le théorème d'Hugoniot* la transformeraient en

$$[\lambda(\rho, \mathrm{T}) + \mu(\rho, \mathrm{T})]\frac{\partial\theta}{\partial t}\alpha + \mu(\rho, \mathrm{T})\left(\frac{\partial^2 \mathrm{U}}{\partial x\,\partial t}\alpha + \frac{\partial^2 \mathrm{U}}{\partial y\,\partial t}\beta + \frac{\partial^2 \mathrm{U}}{\partial z\,\partial t}\gamma\right) = 0.$$

» D'ailleurs, les inégalités (1) de la même Note donnent

$$\frac{\partial^2 \mathrm{U}}{\partial y\,\partial t}\alpha = \frac{\partial^2 \mathrm{U}}{\partial x\,\partial t}\beta, \qquad \frac{\partial^2 \mathrm{U}}{\partial z\,\partial t}\alpha = \frac{\partial^2 \mathrm{U}}{\partial x\,\partial t}\gamma.$$

» L'égalité précédente deviendrait donc la première des égalités

$$(4)\qquad \begin{cases} [\lambda(\rho, \mathrm{T}) + \mu(\rho, \mathrm{T})]\dfrac{\partial\theta}{\partial t}\alpha^2 + \mu(\rho, \mathrm{T})\dfrac{\partial^2 \mathrm{U}}{\partial x\,\partial t} = 0, \\ [\lambda(\rho, \mathrm{T}) + \mu(\rho, \mathrm{T})]\dfrac{\partial\theta}{\partial t}\beta^2 + \mu(\rho, \mathrm{T})\dfrac{\partial^2 \mathrm{V}}{\partial y\,\partial t} = 0, \\ [\lambda(\rho, \mathrm{T}) + \mu(\rho, \mathrm{T})]\dfrac{\partial\theta}{\partial t}\gamma^2 + \mu(\rho, \mathrm{T})\dfrac{\partial^2 \mathrm{W}}{\partial z\,\partial t} = 0. \end{cases}$$

» En ajoutant celles-ci membre à membre, nous trouvons

$$[\lambda(\rho, \mathrm{T}) + 2\mu(\rho, \mathrm{T})]\frac{\partial\theta}{\partial t} = 0.$$

Selon les inégalités (1), cette égalité entraîne cette autre :

$$(5)\qquad \frac{\partial\theta}{\partial t} = 0.$$

L'onde considérée ne pourrait donc se propager avec une vitesse finie que si l'égalité (5) était vérifiée en tout point de l'onde; cette condition ne sera évidemment pas remplie, en général; elle le serait, toutefois, si les mouvements considérés laissaient inaltérée la densité de chaque élément fluide, car on aurait sans cesse $\theta_1 = 0$, $\theta_2 = 0$.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 1171; 24 décembre 1900.

» Mais, si cette égalité (5) était vérifiée en tout point de la surface S, les égalités (4), jointes à la première inégalité (1), donneraient, en tout point de cette surface, les égalités

$$(6)\qquad \frac{\partial^2 U}{\partial x\,\partial t} = 0, \qquad \frac{\partial^2 V}{\partial y\,\partial t} = 0, \qquad \frac{\partial^2 W}{\partial z\,\partial t} = 0,$$

qui n'y sauraient être séparément vérifiées, en général.

» Ainsi, *en général, il ne peut se produire, dans un fluide visqueux, aucune onde, du second ordre par rapport aux fonctions* Π, ρ, T, u, v, w, *qui se propage avec une vitesse finie.*

» II. Cette conclusion peut s'établir d'une manière un peu différente lorsqu'il s'agit des *petits mouvements* d'un fluide visqueux, pourvu que l'on suppose ces petits mouvements soit *adiabatiques à partir d'un état initial homogène,* soit *isothermiques* à partir d'un tel état. On a alors

$$\Pi = F(\rho),$$

la fonction F étant une fonction croissante de ρ, qui est la même pour tous les points du fluide. Désignons par K^2 la constante positive $\frac{dF(\rho_0)}{d\rho_0}$, par λ_0, μ_0, les expressions $\lambda(\rho_0, T_0)$, $\mu(\rho_0, T_0)$.

» Le petit mouvement peut être regardé (¹) comme résultant de la superposition d'un petit mouvement *sans dilatation* et d'un petit mouvement *sans rotation.*

» Dans le petit mouvement *sans dilatation,* chacune des composantes de la vitesse vérifie l'*équation aux rotations*

$$\frac{\partial \Omega}{\partial t} - \mu_0 \Delta\Omega = 0,$$

de même forme que l'équation de la propagation de la chaleur; cette équation est incompatible avec l'existence, pour la fonction Ω, d'une onde du second ordre se propageant avec une vitesse finie; le théorème d'Hugoniot le démontre sans peine.

» Dans le petit mouvement *sans rotation,* les trois composantes de la vitesse sont les trois dérivées par rapport à x, y, z, d'une fonction Θ véri-

---

(¹) *Sur la généralisation d'un théorème de Clebsch* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 5ᵉ série, t. VI, p. 254-256; 1900).

fiant l'*équation aux dilatations*.

$$(7) \qquad \frac{\partial^2 \Theta}{\partial t^2} - K^2 \Delta\Theta - (\lambda_0 + 2\mu_0)\frac{\partial}{\partial t}\Delta\Theta = 0.$$

Une onde du *second ordre* pour les fonctions u, v, w serait du *troisième ordre* pour la fonction Θ, ou du second ordre pour la fonction $\frac{\partial \Theta}{\partial t} = \Theta'$. Mais, selon l'égalité (7), et le théorème d'Hugoniot relatif à la propagation des ondes du second ordre, l'existence d'une telle onde est impossible, comme nous l'avions déjà signalé (1).

» Dans une prochaine Communication, nous étudierons, si l'Académie veut bien le permettre, l'influence que la viscosité exerce sur la propagation des discontinuités. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Volume X de la publication « Le Opere di Galileo Galilei, edizione nazionale sotto gli auspicii di Sua Maestà il Re d'Italia » ;

2° Un Volume intitulé : « Physique biologique : osmose, tonométrie, cryoscopie ; par M. *A. Dastre*. » (Présenté par M. d'Arsonval.)

ASTRONOMIE. — *Observations sur la variabilité de la planète* (433) *Éros, faites à l'observatoire de Toulouse, à l'équatorial Brunner de* $0^m,23$ *d'ouverture*. Note de M. **F. Rossard**, présentée par M. Lœwy.

« M. le Dr E. von Oppolzer ayant signalé la variabilité probable d'Éros, cette planète a été observée pendant trois jours consécutifs, les 14, 15 et 16 février, et son éclat par rapport à des étoiles de comparaison noté à des intervalles de temps assez rapprochés.

» On a constaté des variations rapides d'éclat et estimé que la différence d'éclat entre un maximum et un minimum dépasse une grandeur, et

(1) *Sur la théorie électrodynamique de Helmholtz et la théorie électromagnétique de la lumière* (*Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles*, 2e série, t. V, p. 230 ; 1900).

que la planète qui semble être à son maximum de grandeur 9,3, descend jusque vers la 11e environ.

» De plus, on a remarqué, pendant toutes ces variations, une scintillation brusque faisant varier par moments l'éclat de la planète.

» Le Tableau ci-dessous indique les étoiles de comparaison employées.

Dates.	Désignation de l'étoile.	Grandeur d'après Argelander.
1901. Février 14........	749 BD $+19^{\circ}$	9,5
15........	756 BD $+19$	9,5
16........	692 BD $+18$	9,2

» Voici, d'autre part, en temps moyen de Toulouse, les heures observées de maximum et de minimum de la planète :

1901. Février 14....	$9^{h}43^{m}$	Min.
14....	10.48	Max.
15....	8.10	Max.
15....	9.32	Min.
15....	10.44	Max.
1901. Février 16....	$7^{h}34^{m}$	Max.
16....	8.56	Min.
16....	10. 3	Max.
16....	11.30	Min.

» La comparaison des minima et maxima successifs montre que la variation d'éclat offre un peu plus de 10 périodes en un jour, que la durée de la période est voisine de $2^{h}22^{m}$; la demi-période de croissance, plus courte d'un quart d'heure que l'intervalle entre le maximum et le minimum suivant. »

ASTRONOMIE. — *Sur la variabilité lumineuse d'Éros.* Note de M. **Ch. André**, présentée par M. Lœwy.

« Nos observations confirment les indications de la Note du Dr E. von Oppolzer (*Circular* n° 38 *der Centralstelle*) relativement à la variabilité d'éclat de la planète Éros.

» Quoique l'état du Ciel ne nous ait pas permis d'avoir encore une courbe de lumière complète, il semble certain que la variation totale de près d'une grandeur dans l'éclat de la planète Éros se fait en six heures suivant une marche très analogue à celle de U Pégase, mais avec une portion de constance peut-être un peu plus étendue; la planète Éros est donc actuellement une variable photométrique.

» Elle constitue un système double formé de deux astéroïdes dont les diamètres sont à peu près dans le rapport de trois à deux, et dont le plan orbital passe actuellement par la Terre.

» Comme notre distance actuelle à Éros est environ les deux tiers de celle qui nous sépare du Soleil, l'inclinaison de la ligne de visée sur le plan de l'orbite change assez rapidement et d'une façon continue; le phénomène de variabilité périodique d'Éros ne sera que temporaire et variera d'aspect pendant ce temps. Mais, son étude attentive a une grande importance en ce qu'elle nous donnera une série graduée de courbes de lumière, où la seule variable sera l'inclinaison de la ligne de visée sur le plan de l'orbite du satellite, série qui facilitera considérablement la discussion des formes si diverses que présentent les courbes de lumière des étoiles doubles photométriques. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation du paraboloïde quelconque*. Note de M. C. GUICHARD.

» Pour faciliter la lecture de cette Note, j'exposerai les résultats qui y sont contenus sans m'appuyer sur mes Notes antérieures. Je rappelle la définition suivante :

» Un point P décrit un réseau dans l'espace à x dimensions, si les coordonnées $x_1, x_2 \ldots x_n$ du point P sont des fonctions de u et v satisfaisant à une équation de la forme

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = A \frac{\partial \theta}{\partial u} + B \frac{\partial \theta}{\partial v},$$

A et B étant des fonctions de u et v. Cette équation est l'équation du réseau.

» Sur le paraboloïde, je ferai les deux remarques suivantes :

» I. *Si l'équation d'un réseau* P (x_1, x_2, x_3) *admet la relation* $x_1^2 + m x_2^2$, *il y a un réseau* Q (y_1, y_2, y_3) *parallèle au réseau* P, *situé sur le paraboloïde dont l'équation est*

$$y_1^2 + m y_2^2 = y_3.$$

» Pour déterminer Q quand P est donné, il suffit d'établir entre le paraboloïde et la surface (P) une correspondance par parallélisme des plans tangents.

» II. *Si le réseau* P *est applicable sur un réseau* P′ *on pourra, à l'aide de quadratures, trouver un réseau* Q′ *applicable sur le réseau* Q.

» Ces deux remarques, bien simples, permettent d'établir le résultat suivant : *Si l'on connaît une déformée du paraboloïde, on peut en déduire trois autres.*

» Supposons, en effet, le paraboloïde et sa déformée rapportés à leur système conjugué commun, on aura deux réseaux (y_1, y_2, y_3), (z_1, z_2, z_3) applicables, le premier étant sur le paraboloïde. L'équation des deux réseaux étant la même (M. Kœnigs), les systèmes (y_1, y_2) et (z_1, z_2, z_3, iy_3) forment des réseaux applicables. Effectuant sur les dernières coordonnées une substitution orthogonale, le réseau devient (Z_1, Z_2, Z_3, Z_4); les deux réseaux (y_1, y_2, iZ_4), (Z_1, Z_2, Z_3) sont applicables; le premier satisfait à la condition I; on pourra donc, à l'aide de quadratures, trouver de nouvelles déformées du paraboloïde.

» Si l'équation d'un réseau $P(x_1, x_2, x_3)$ admet la solution

$$ax_1^2 + bx_2^2 + cx_3^2$$

on pourra lui appliquer les remarques I et II en remplaçant le paraboloïde par la quadrique

$$ax_1^2 + bx_2^2 + cx_3^2 = 1.$$

» Considérons maintenant un déterminant orthogonal du troisième ordre

$$D = \begin{vmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 \\ \gamma_1 & \gamma_2 & \gamma_3 \end{vmatrix}$$

où les éléments satisfont aux conditions

$$(1) \quad \begin{cases} \dfrac{\partial\alpha_i}{\partial u} = A\beta_i, & \dfrac{\partial\beta_i}{\partial u} = -A\alpha_i - M\gamma_i, & \dfrac{\partial\gamma_i}{\partial u} = M\beta_i, \\ \dfrac{\partial\alpha_i}{\partial v} = B\gamma_i, & \dfrac{\partial\beta_i}{\partial v} = N\gamma_i, & \dfrac{\partial\gamma_i}{\partial v} = -B\alpha_i - N\beta_i, \end{cases}$$

on devra avoir

$$(2) \quad \begin{cases} \dfrac{\partial A}{\partial v} = BM, \\ \dfrac{\partial B}{\partial u} = AN, \end{cases} \qquad \frac{\partial M}{\partial v} + \frac{\partial N}{\partial u} + AB = 0.$$

» Les conditions (2) seront satisfaites si

$$A = \cos\varphi, \qquad B = \sin\varphi, \qquad M = -\frac{\partial\varphi}{\partial v}, \qquad \frac{\partial\varphi}{\partial u}.$$

$$(3) \qquad -\frac{\partial^2\varphi}{\partial v^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial u^2} + \sin\varphi\cos\varphi = 0.$$

» Le déterminant D est celui qui intervient dans la représentation sphérique des surfaces à courbure totale constante.

» Prenons, de même, un déterminant orthogonal du 4e ordre

$$\Delta = \begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ y_1 & y_2 & y_3 & y_4 \\ \varepsilon_1 & \varepsilon_2 & \varepsilon_3 & \varepsilon_4 \\ \eta_1 & \eta_2 & \eta_3 & \eta_4 \end{vmatrix}$$

avec les conditions

$$(4)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial x_i}{\partial u} = a\varepsilon_i, & \dfrac{\partial y_i}{\partial u} = e\varepsilon_i, \quad \dfrac{\partial \varepsilon_i}{\partial u} = -ax_i - ey_i - m\eta_i, \quad \dfrac{\partial \eta_i}{\partial u} = m\varepsilon_i, \\ \dfrac{\partial x_i}{\partial v} = b\eta_i, & \dfrac{\partial y_i}{\partial v} = f\eta_i, \quad \dfrac{\partial \varepsilon_i}{\partial v} = n\eta_i, \quad \dfrac{\partial \eta_i}{\partial v} = -bx_i - fy_i - n\varepsilon_i, \end{cases}$$

on devra avoir

$$(5)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial a}{\partial v} = bm, & \dfrac{\partial e}{\partial v} = fm, \\ \dfrac{\partial b}{\partial u} = an, & \dfrac{\partial f}{\partial u} = en, \end{cases} \quad \frac{\partial m}{\partial v} + \frac{\partial n}{\partial u} + ab + ef = 0.$$

» Ces conditions sont satisfaites pour les valeurs particulières

$$a = p\cos\varphi, \quad e = iq\sin\varphi, \quad m = -\frac{\partial\varphi}{\partial v},$$
$$b = p\sin\varphi, \quad f = -iq\cos\varphi, \quad n = +\frac{\partial\varphi}{\partial u},$$

φ étant une solution de l'équation (5), p et q des constantes dont la somme des carrés est égale à l'unité.

» Posons maintenant

$$z_1 = p\alpha_1, \quad z_2 = p\alpha_2, \quad z_3 = p\alpha_3, \quad z_4 = \sqrt{1-p^2}.$$

» Les quantités x_1, x_2, x_3, x_4; z_1, z_2, z_3, z_4 sont solutions de l'équation

$$(6)\quad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} = \frac{\partial}{\partial v}\operatorname{Log}\cos\varphi\frac{\partial\theta}{\partial u} + \frac{\partial}{\partial u}\operatorname{Log}\sin\varphi\frac{\partial\theta}{\partial v},$$

et l'on a

$$\sum x^2 = \sum z^2 = 1, \quad \sum dx^2 = \sum dz^2.$$

Si ρ est une relation quelconque de l'équation (6) et si l'on pose

$$X_i = \frac{x_i}{\rho}, \quad Z_i = \frac{z_i}{\rho},$$

les points $P(X_1, \ldots, X_4)$ et $P'(Z_1, \ldots, Z_4)$ décrivent des réseaux applicables et l'on a

$$\sum X^2 - \frac{1}{\rho^2} = \sum Z^2 - \frac{1}{\rho^2} = 0.$$

Faisons en particulier

$$\rho = z_1 + iz_2 \qquad \text{ou} \qquad Z_1 + iZ_2 = 1.$$

On aura deux réseaux applicables $(X_1, \ldots, X_4)$ et (Z_3, Z_4) ou encore (X_1, X_2, X_3) et (Z_3, Z_4, iX_4). Pour ce dernier réseau Q, on a

$$Z_3^2 + Z_4^2 - \frac{1}{\rho^2} = -(Z_1^2 + Z_2^2) = -(Z_1 + iZ_2)(Z_1 - iZ_2) = -(Z_1 - iZ_2),$$

ce qui montre que l'équation du réseau Q admet la relation

$$Z_3^2 + Z_4^2 - \frac{1}{\rho^2} = Z_3^2 + Z_4^2\left(1 - \frac{1}{1 - p^2}\right),$$

ce qui permet de déformer le paraboloïde

$$(7) \qquad y_1^2 - \frac{p^2}{1 - p^2} y_2^2 = y_3.$$

Donc, au point de vue analytique :

» Pour déformer le paraboloïde quelconque (7), il suffira d'effectuer les deux opérations suivantes :

» 1° *Trouver les éléments du déterminant* D, *ce qui revient à la recherche des surfaces à courbure totale constante;*

» 2° *Intégrer le système complet* (4).

» On retrouve les mêmes opérations pour déformer la quadrique de révolution

$$x_1^2 + x_2^2 + \frac{x_3^2}{1 - p^2} = 1. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur le problème des isopérimètres.* Note de M. **A. Hurwitz**, présentée par M. Picard.

« Le problème classique :

» *Déterminer parmi les courbes fermées de périmètre donné celle qui enferme une aire maximum,*

peut être résolu d'une manière très simple par l'emploi des séries de Fourier. C'est ce que je vais montrer dans les quelques lignes qui suivent.

» Soient C une courbe fermée, s la longueur de l'arc compté à partir d'un point arbitrairement fixé sur la courbe. Choisissons l'unité de longueur de manière que la longueur totale de C soit égale à 2π, c'est-à-dire égale à la circonférence du cercle de rayon 1.

» Ceci posé, les coordonnées x, y d'un point variable sur C seront des fonctions continues de l'arc s ayant la période 2π. Supposons que ces fonctions, ainsi que leurs dérivées par rapport à s, soient développables en séries trigonométriques et posons

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} x &= a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos ns + a'_n \sin ns), \\ y &= b_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (b_n \cos ns + b'_n \sin ns). \end{aligned}\right.$$

» L'aire F de la courbe C étant donnée par l'intégrale

$$F = \int x\, dy = \int_0^{2\pi} x \frac{dy}{ds}\, ds,$$

on trouve, en employant les développements (1),

$$(2)\qquad F = \pi \sum_{n=1}^{\infty} n (a_n b'_n - a'_n b_n).$$

» De même, en intégrant l'identité

$$1 = \left(\frac{dx}{ds}\right)^2 + \left(\frac{dy}{ds}\right)^2$$

entre les limites o et 2π, il vient

$$2\pi = \int_0^{2\pi} \left(\frac{dx}{ds}\right)^2 ds + \int_0^{2\pi} \left(\frac{dy}{ds}\right)^2 ds,$$

c'est-à-dire

$$(3)\qquad 2\pi = \pi \sum_{n=1}^{\infty} n^2 (a_n^2 + a'^2_n + b_n^2 + b'^2_n).$$

» Des équations (2) et (3) on tire

$$(4)\qquad \left\{\begin{aligned} 2(\pi - F) = \pi \sum_{n=1}^{\infty} \big\{ & (n^2 - n)(a_n^2 + a'^2_n + b_n^2 + b'^2_n) \\ & + n \left[(a_n - b'_n)^2 + (a'_n + b_n)^2 \right] \big\}. \end{aligned}\right.$$

» Tous les termes de la dernière somme étant essentiellement positifs, on voit que l'aire F de la courbe C ne peut pas surpasser l'aire π du cercle de rayon 1.

» En outre, l'égalité $F = \pi$ entraîne évidemment

$$a_1 = b'_1, \quad a'_1 = -b_1 \quad \text{et} \quad a_n = a'_n = b_n = b'_n = 0 \quad \text{pour} \quad n > 1.$$

» Par conséquent, si l'on suppose $F = \pi$, les équations (1) de la courbe C prennent la forme

$$x = a_0 + a_1 \cos s + a'_1 \sin s, \qquad y = b_0 - a'_1 \cos s + a_1 \sin s,$$

de sorte que la courbe C est un cercle.

» Donc, parmi toutes les courbes de même périmètre, le cercle, et le cercle seul, enferme l'aire maximum. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des fonctions de deux variables analogues aux fonctions modulaires.* Note de M. **R. Alezais**, présentée par M. É. Picard.

« M. Picard, dans le second Volume des *Acta mathematica,* a fait connaître des fonctions de deux variables qui présentent la plus grande analogie avec les fonctions modulaires elliptiques. Partant de la relation

$$z^3 = t(t-1)(t-x)(t-y),$$

à laquelle appartiennent les trois intégrales de première espèce

$$W = \int_{t_0}^{t} \frac{dt}{z}, \qquad \Omega = \int_{t_0}^{t} \frac{dt}{z^2}, \qquad U = \int_{t_0}^{t} \frac{t\,dt}{z^2},$$

il a montré que, si l'on déduit de ces intégrales un système d'intégrales normales, les périodes de seconde espèce de ces intégrales ne dépendent que de deux paramètres u et v, ou, si l'on veut, de trois paramètres homogènes u, v, w; enfin, il a établi que x et y considérés comme fonctions de $\frac{u}{w}$ et de $\frac{v}{w}$ sont des fonctions uniformes qui se reproduisent quand on remplace u, v, w par certaines fonctions linéaires de ces quantités dont les coefficients sont des entiers complexes de la forme $a + b\lambda$, où

$$\lambda = \frac{-1 + i\sqrt{3}}{2}.$$

M. Picard a fait connaître (*Acta math.*, t. V, p. 181) les substitutious fondamentales de ce groupe de substitutions que j'appellerai le *groupe* S, il a montré qu'elles transforment en elle-même la forme $F = uu_1 + vw_1 + v_1 w$ (u_1, v_1, w_1 étant les quantités conjuguées de u, v, w), et que les fonctions x et y ne sont définies que pour les systèmes de valeurs de u, v, w qui rendent cette forme négative.

» Si l'analogie avec la fonction modulaire se poursuit, le groupe S ne doit être qu'un sous-groupe du groupe qui transforme F en elle-même. Sur les indications de M. Picard, je suis arrivé à établir qu'il en est ainsi; j'ai pris la courbe initiale sous la forme

$$z'^3 = (t' - \alpha)(t' - \beta)(t' - \gamma)(t' - \delta),$$

qui est reliée à la forme primitive par les relations

$$z = (\beta - \alpha)^{\frac{4}{3}} z', \qquad t = \alpha + (\beta - \alpha)t', \qquad \frac{\gamma - \alpha}{\beta - \alpha} = x, \qquad \frac{\delta - \alpha}{\beta - \alpha} = y,$$

et j'ai construit la surface de Riemann relative à cette courbe; $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ en sont les points critiques à distance finie. On obtient les substitutions S en faisant décrire aux points $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ les uns autour des autres des courbes fermées; on obtient un nouveau groupe contenant S comme sous-groupe et transformant F en elle-même, en échangeant entre eux les points $\alpha, \beta, \gamma, \delta$. Un Tableau tel que

$$\begin{vmatrix} M_1 & P_1 & R_1 \\ M_2 & P_2 & R_2 \\ M_3 & P_3 & R_3 \end{vmatrix}$$

représentant la substitution

$$w' = M_1 w + P_1 v + R_1 u,$$
$$v' = M_2 w + P_2 v + R_2 u, \qquad u' = M_3 w + P_3 v + R_3 u.$$

on trouve que des trois substitutions

$$T_1 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -\lambda \end{vmatrix}, \qquad T_2 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \lambda^2 & 1 & \lambda \\ 1 & 0 & -\lambda \end{vmatrix}, \qquad \Theta = \begin{vmatrix} 0 & \lambda^2 & 0 \\ \lambda^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda \end{vmatrix},$$

la première échange β et γ; la deuxième, γ et δ; la troisième, δ et α. En combinant ces trois transformations, on peut, de la permutation $\alpha\beta\gamma\delta$, passer à une quelconque des autres; on peut donc considérer ces trois substitutions comme engendrant tout le groupe relatif à ces échanges. Je

l'appellerai le *groupe* T. En combinant ces trois substitutions, il est facile aussi de retrouver les substitutions fondamentales du groupe S.

» L'analogie avec la fonction modulaire se vérifie encore dans les points suivants. Le groupe S est un sous-groupe à congruences et, par suite, un sous-groupe invariant du groupe T. Toute substitution S est congrue à la substitution unité selon le module $1-\lambda$.

» On peut donc décomposer le groupe T en classes de substitutions incongrues selon ce module. Le nombre des classes de nombres incongrus (mod. $1-\lambda$) étant $3 = \text{norme}(1-\lambda)$, il y a en tout 3^9 classes de substitutions incongrues entre elles (mod. $1-\lambda$); mais vingt-quatre seulement appartiennent au groupe T; elles correspondent aux vingt-quatre permutations des quatre lettres α, β, γ, δ; on voit, en effet, que deux substitutions effectuant la même permutation sont congrues entre elles. D'autre part, si l'on cherche directement quelles sont celles de ces classes qui contiennent des substitutions transformant F en elle-même, on trouve qu'il en existe quarante-huit : les vingt-quatre du groupe T et celles qui s'en déduisent en changeant tous les signes. En définitive, *le groupe total des substitutions qui transforment* F *en elle-même admet comme sous-groupe invariant d'indice deux le groupe* T, *qui admet lui-même le groupe* S *comme sous-groupe invariant d'indice vingt-quatre*.

» Les substitutions du groupe T font subir à x et y des transformations linéaires; on peut trouver une fonction invariante au groupe T analogue à la fonction J elliptique : c'est la fonction

$$J_{y-1,y-x}J_{x,y}J_{1,y}J_{1,x},$$

où $J_{\lambda,\mu}$ est la fonction elliptique écrite sous forme homogène. Les substitutions T_1, T_2, Θ permutent ces quatre fonctions de la même manière qu'elles permutent les quatre lettres α, β, γ, δ. »

OPTIQUE. — *Nouveau modèle d'oculaire à glace micrométrique* (¹).
Note de M. L. MALASSEZ.

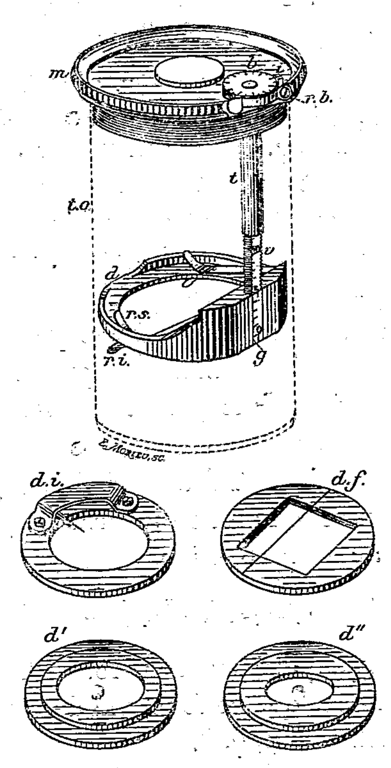
« Les oculaires à glace micrométrique dont on se sert habituellement en Microscopie présentent, à côté de réels avantages, un certain nombre d'inconvénients assez sérieux que j'ai cherché à faire disparaître. Dans

(¹) Travail du laboratoire d'Histologie du Collège de France.

ce but, j'ai imaginé, essayé plusieurs nouveaux modèles divers (1). L'un d'eux, que j'ai déjà fait connaître, mais que j'ai encore perfectionné depuis, me paraît digne d'être plus spécialement recommandé.

» Il ne diffère des oculaires ordinaires de Huygens que par les particularités suivantes :

» A la face supérieure de la bonnette *m* se trouve un petit bouton aplati *b* faisant une légère saillie au dehors; en sorte qu'il est facile de le faire tourner avec le doigt,



soit dans un sens, soit dans l'autre, pendant qu'on regarde dans le microscope. A son pourtour est une graduation décimale et, à côté, un index fixe *i*, afin de pouvoir déterminer et retrouver très exactement telle ou telle position qui lui aurait été précédemment donnée. Un petit ressort *rb*, qui se place à volonté sur sa partie saillante, permet de le fixer solidement dans la position voulue.

---

(1) J'ai indiqué, dans les *Archives d'Anatomie microscopique* (p. 429; 1900), les inconvénients des modèles courants d'oculaire à glace micrométrique, puis décrit et figuré quelques-uns de mes nouveaux modèles. Ils avaient été présentés à la Société de Biologie (Séance du 28 juillet 1900) et exposés à l'Exposition universelle à la Classe III : Enseignement supérieur, vitrine de notre laboratoire.

» Ce bouton est fixé sur une tige *t* qui traverse à frottement doux la bonnette et descend verticalement à l'intérieur de l'oculaire le long du tube *to*.

» Cette tige est creuse et munie à l'intérieur d'un pas de vis de 1mm. Il y pénètre une vis *v* dont l'extrémité inférieure est fixée à la périphérie d'un diaphragme *d*, destiné à recevoir la glace micrométrique. Il résulte de ce dispositif que, si l'on tourne le bouton, le tube tourne de la même façon ; mais la vis, ne pouvant suivre ce mouvement, s'enfonce dans le tube ou en sort plus ou moins, et le diaphragme qu'elle porte monte ou descend à l'intérieur de l'oculaire (1). Il suffit donc de tourner plus ou moins le bouton dans un sens ou dans l'autre pour mettre au point.

» La vis qui porte le diaphragme est aplatie d'un côté, et sur ce côté se trouve une échelle millimétrique *g*. Grâce à cette échelle et à la graduation du bouton, il est facile de déterminer et de retrouver très exactement la position de mise au point.

» La glace micrométrique se place à la face supérieure du diaphragme, sous deux petits ressorts *rs* en forme de valets.

» La face inférieure du diaphrame présente également deux ressorts qui permettent d'y placer des diaphragmes *d'*, *d''* ayant des ouvertures plus ou moins grandes, et d'obtenir ainsi des champs microscopiques plus ou moins étendus. On arriverait au même résultat avec un diaphragme iris placé à ce niveau.

» Ce nouveau modèle d'oculaire à glace micrométrique présente sur les modèles courants les avantages suivants. Dans la mise au point, les lentilles restant à la même distance l'une de l'autre, la combinaison optique de l'oculaire n'est pas modifiée. Cette mise au point s'obtient facilement. Elle peut être repérée et retrouvée très exactement, en sorte que l'évaluation des divisions micrométriques n'a besoin d'être faite qu'une première fois pour toutes et que plusieurs observateurs de vues très différentes peuvent se servir du même oculaire. Cette mise au point peut, de plus, être fixée, et de façon telle qu'on ne risque pas de la perdre.

» Cet oculaire ne fait au-dessus du tube du microscope pas plus de saillie qu'un oculaire ordinaire et ne gêne en rien la mise en place des appareils que l'on peut avoir à poser à ce niveau. Il est, d'autre part, très facile d'enlever la glace micrométrique et de la remettre en place ; en sorte qu'il peut servir à tous les mêmes usages qu'un oculaire ordinaire ; il a même sur eux cet avantage que l'on peut modifier à volonté l'ouverture diaphragmatique.

---

(1) Dans un des appareils que j'ai fait construire, le diaphragme porte-glace est guidé dans ses mouvements de montée et de descente, non plus par les parois mêmes du tube oculaire, mais par deux petites tiges implantées à la face inférieure de la bonnette et passant à sa périphérie, de chaque côté de la vis. C'est plus précis de jeu, mais de construction un peu moins simple.

» Ce n'est pas tout : à la place de la glace micrométrique on peut mettre, non seulement d'autres glaces, des glaces quadrillées, mais encore de ces diaphragmes mobiles à index *d.i* ou à fil fixe *d.f*, ou à fil mobile que j'ai déjà fait connaître ([1]), lesquels permettent de transformer l'oculaire, soit en oculaire indicateur, soit en oculaire à fil. Ainsi transformé, il est aussi commode, sinon plus, que les oculaires spéciaux correspondants.

» J'ajouterai qu'il peut être construit sans grande difficulté, avec les modèles courants d'oculaire de Huygens. »

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur l'absorption spécifique des rayons X par les sels métalliques.* Note de MM. **Alexandre Hébert** et **Georges Reynaud**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans la dernière séance de l'Académie, M. Louis Benoist a présenté une Note sur les lois de transparence de la matière pour les rayons X. Sur plusieurs points il arrive, dans son étude, à des conclusions que nous avions déjà formulées, plus ou moins directement, dans un Mémoire publié antérieurement au *Bulletin de la Société Chimique* ([2]), Mémoire que nous croyons devoir rappeler ici pour réserver notre priorité.

» Pour faire les comparaisons des différents sels métalliques au point de vue de leur absorption spécifique pour les rayons X, nous avons imaginé un appareil analogue au colorimètre de Duboscq modifié, dans lequel les cuves, terminées par deux disques de carton recouvert de gutta perméables aux rayons X, recevaient directement les radiations d'un tube de Crookes. La description complète de l'appareil se trouve dans le Mémoire précité.

» Un grand nombre de solutions salines moléculaires-grammes par litre ont été examinées avec cet instrument; ces solutions étaient comparées à une même hauteur d'eau de $41^{mm},5$; la différence entre les deux lectures correspondait à l'absorption par le corps dissous.

» Parmi les sels que nous avons ainsi observés, nous noterons les chlorures, bromures, iodures, sulfates, des métaux suivants (en tant que sels solubles) :

Ammonium.	Cuivre.	Potassium.
Baryum.	Lithium.	Sodium.
Cadmium.	Magnésium.	Strontium.
Calcium.	Manganèse.	Zinc.
Cobalt.	Nickel.	

([1]) *Archives d'Anatomie microscopique*, p. 439 et suiv., et p. 452; 1900.

([2]) 3e série, t. XXI, p. 392 et 394; 1899.

» Nous donnons notamment ci-dessous les chiffres obtenus par notre méthode pour la série des nitrates :

Nom des métaux.	Poids atomique.	Absorption spécifique relative.	Nom des métaux.	Poids atomique.	Absorption spécifique relative.
Lithium........	7	4,3	Nickel	59	33,6
Ammonium.....	18	11,7	Cobalt.........	59	31,2
Sodium.........	23	12,7	Cuivre.........	63	32,9
Magnésium.....	24	11,2	Zinc...........	65	33,3
Potassium......	39	18,5	Strontium......	87	35,6
Calcium	40	20,7	Cadmium	112	35,6
Manganèse.....	55	29,4	Baryum.........	137	38,0

» On voit que, d'une façon générale, l'absorption des rayons X par les nitrates est d'autant plus forte que le poids atomique du métal combiné est plus élevé. On remarque la même marche pour les chlorures. Les bromures, les iodures et les sulfates ne permettent pas, dans les conditions dans lesquelles nous observions, de déduire des conclusions aussi nettes; l'influence du radical électro-négatif est, en effet, très grande quand ce radical possède un poids moléculaire élevé, ce qui est le cas pour ces genres de sels.

» En considérant les chiffres relatifs aux autres acides dont il n'existe qu'un très petit nombre de sels solubles, on constate que l'absorption s'accroît avec le poids atomique du métal.

» On peut du reste facilement construire la courbe de l'absorption spécifique en fonction des poids atomiques au moyen des chiffres que nous avons donnés; cette courbe se rapproche sensiblement d'une hyperbole équilatère.

» Si, maintenant, on compare l'absorption spécifique des divers acides combinés avec un même métal, on remarque aussi que l'absorption semble croître avec le poids moléculaire des acides, au moins d'une façon approchée.

» Nous avons pu ainsi confirmer, avec plus de certitude et de généralité qu'on ne l'avait fait jusqu'ici, ce fait que le pouvoir absorbant des corps pour les rayons X croît avec le poids moléculaire.

» Dans un composé, c'est l'élément dont le poids atomique est le plus élevé qui imprime surtout au composé ses propriétés absorbantes, cet élément pouvant être, d'ailleurs, électro-positif ou électro-négatif. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrocinchonine.* Note de MM. E. JUNGFLEISCH et E. LÉGER.

« En oxydant à froid la cinchonine par le permanganate de potassium, MM. Caventou et Willm ont découvert l'hydrocinchonine; ils ont pensé que celle-ci préexiste dans la cinchonine et résiste à l'oxydation (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 284; 1869). Plus tard, M. Skraup a admis cette préexistence, tandis que M. Hesse et MM. Forst et Bœhringer ont attribué la formation de l'hydrocinchonine à la réaction destructrice de la cinchonine. Que l'hydrocinchonine soit un produit naturel ou artificiel, on l'a toujours considérée comme rare.

» Dans l'action de l'acide sulfurique aqueux sur la cinchonine, nous avons obtenu, avec d'autres alcalis, une base présentant des analogies en même temps que des différences avec l'hydrocinchonine, dont la description était, il est vrai, restée assez incomplète. Nous l'avons décrite sous le nom de *cinchonifine* et envisagée comme un isomère de la cinchonine. Si les chiffres d'analyse concordaient mieux avec l'hydrocinchonine, nous tenions compte de la faiblesse des différences à apprécier dans des combustions dont les difficultés spéciales sont bien connues. Nous avons indiqué, il y a longtemps déjà (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 944), les raisons qui nous ont portés à différencier ces deux bases; au premier rang était citée la contradiction entre la rareté de l'hydrocinchonine dans la cinchonine et l'abondance de la cinchonifine fournie par des cinchonines présentant les propriétés assignées à la cinchonine pure; or la nature oxydante de notre réaction ne permettait pas de lui attribuer la formation d'un dérivé d'hydrogénation.

» M. Pum ayant annoncé plus récemment que la cinchonine contient plus d'hydrocinchonine qu'on ne l'avait admis jusqu'alors, l'argument précédent perdait sa valeur. Nous avons cru dès lors devoir comparer la cinchonifine avec l'hydrocinchonine obtenue en oxydant la cinchonine. De la comparaison faite, nous rapporterons ici les points décisifs.

» Les apparences des deux bases sont semblables. Les points de fusion sont identiques pour les deux corps purs : 278° (corr.).

» Le pouvoir rotatoire de l'hydrocinchonine a été indiqué seulement comme plus faible que celui de la cinchonine dans le rapport de $+10°,55$ à $+11°,48$, pour des conditions identiques, non spécifiées. Nous rapprocherons les chiffres qu'il nous a

fournis de ceux donnés par la cinchonifine dans des conditions identiques. En dissolution dans l'alcool absolu ($p = 0^{gr},625$, $v = 100$, $t = 17°$), $\alpha_D = +198°,6$ pour l'hydrocinchonine, et $\alpha_D = +199°,5$ pour la cinchonifine. En dissolution dans l'eau contenant $2SO^4H^2$ par molécule de base ($p = 1$, $v = 100$, $t = 17°$), $\alpha_D = +226°,2$ pour l'hydrocinchonine, et $\alpha_D = +225°,2$ pour la cinchonifine. En dissolution dans l'eau contenant $4HCl$ par molécule de base ($p = 1$, $v = 100$, $t = 17°$), $\alpha_D = +227°,7$ pour l'hydrocinchonine, et $\alpha_D = +226°,1$ pour la cinchonifine. Les écarts sont du même ordre de grandeur que ceux qui correspondent à une division du vernier du polarimètre. Il y a donc identité.

» La première propriété chimique signalée par l'hydrocinchonine a été son inoxydabilité par le permanganate. Or, nous avons observé que la cinchonifine réduit ce sel dès la température ordinaire. En réalité, l'hydrocinchonine réduit moins activement le permanganate que la cinchonine ou ses isomères; elle le réduit toujours cependant, des écarts de température faibles modifiant beaucoup son activité; la réduction ne devient lente que dans le voisinage de 0°, sans cesser, même alors, d'être manifeste. Les deux bases se conduisent pareillement dans des conditions identiques.

» Une différence importante porte sur les sulfates basiques. MM. Caventou et Willm ont attribué $3H^2O$ de cristallisation au sulfate d'hydrocinchonine. Plus tard, M. Skraup a indiqué une teneur de $12H^2O$, mais avec un point de doute. MM. Forst et Bœhringer enfin ont contesté l'existence du sel à $3H^2O$ pour n'admettre que celle du sulfate à $12H^2O$, celui-ci se formant indifféremment dans l'eau et dans l'alcool. D'autre part, nous avons décrit le sulfate de cinchonifine à $2H^2O$, cristallisé sous une forme qui ne répond pas aux descriptions des sels précédents. Nous avons donc cherché à obtenir ce sulfate de cinchonifine en cristaux d'hydratations variées; suivant la température à laquelle il se dépose, le sel cristallise dans l'eau sous deux formes au moins. En liqueur concentrée, la cristallisation commençant à chaud, il se sépare de longues aiguilles prismatiques à $2H^2O$; c'est le sel que nous avons décrit. En liqueur plus étendue, la cristallisation commençant dans une dissolution refroidie, il se dépose des cristaux plus volumineux que les peécédents et contenant beaucoup plus d'eau de cristallisation. En liqueur froide, les premiers cristaux se transforment peu à peu dans les seconds.

» Le sulfate le plus hydraté, en cristaux limpides, essuyés à leur surface au sortir de l'eau mère, non effleuris, par conséquent, subit à 100°-110° des pertes d'eau qui n'ont jamais dépassé de beaucoup 22 pour 100; cela correspond tout au plus à $11H^2O$ (théorie pour la cinchonine 22,40, pour l'hydrocinchonine 22,30). Un sel à $12H^2O$ perdrait 23,84 pour 100. Malgré ces écarts des résultats analytiques, portant sur un corps exceptionnellement hygroscopique, l'identité de ce sulfate de cinchonifine avec le sulfate d'hydrocinchonine ne nous semble pas douteuse : les deux sels ont la même solubilité à 12°-13° (1 partie dans 30 parties d'eau); secs, ils fondent à 194°,8 et 195°; les cristaux de sulfate de cinchonifine à $11H^2O$, examinés et mesurés par M. Wyrouboff,

ont été trouvés de même forme que ceux du sulfate d'hydrocinchonine décrits antérieurement, sans mesures d'angles, par MM. Forst et Bœhringer; ils présentent le pouvoir rotatoire à l'état solide.

» Au surplus, ayant préparé le chlorozincate d'hydrocinchonine, nous l'avons trouvé identique au chlorozincate de cinchonifine. M. Wyrouboff, qui a antérieurement étudié ce dernier, a eu l'obligeance de comparer les deux chlorozincates; il a trouvé leurs formes cristallines identiques.

» En résumé, la comparaison effectuée établit l'identité des deux bases. Les différences relevées d'abord ont disparu par une étude plus approfondie de l'hydrocinchonine.

» Il résulte de là que, pour se procurer l'hydrocinchonine, il suffit d'appliquer à la cinchonine le traitement que nous avons indiqué antérieurement. Il nous a conduits à reconnaître dans toutes les cinchonines des proportions fort élevées d'hydrocinchonine; celle-ci n'est pas sans modifier notablement les propriétés de la cinchonine elle-même. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la diphénylcarbodiazine.* Note de M. P. Cazeneuve, présentée par M. Armand Gautier.

« J'ai montré précédemment la transformation de l'urée de la phénylhydrazine (diphénylcarbazide) en diphénylcarbazone sous l'influence du sodium, ou bien du toluène, ou sous l'influence de la soude alcoolique ([1]).

$$C^6H^5HAz - AzH - CO - AzH - AzH - C^6H^5$$

devient

$$C^6H^5HAz - AzNa - CO - Az = Az - C^6H^5,$$

dérivé sodique que l'on décompose par un acide.

» Dans cette réaction, l'hydrogène dégagé donne de la diphénylsemicarbazide et de l'aniline, aux dépens d'une autre molécule d'urée.

» J'ai reconnu que la diphénylcarbazone elle-même peut perdre encore deux atomes d'hydrogène sous une influence oxydante très simple pour donner la diphénylcarbodiazine, encore inconnue. E. Fischer n'a décrit que la sulfocarbodiazine $C^6H^5Az = Az - CS - Az = AzC^6H^5$.

» Pour préparer la diphénylcarbodiazine j'ai eu recours très avantageusement à l'action de l'acétate d'argent sur l'urée de la phénylhydrazine ou sur la diphénylcarbazone.

([1]) Voir *Comptes rendus*, 1900.

» On dissout dans 250^{cc} d'alcool à 93°, à chaud, 6^{gr} d'urée de la phénylhydrazine, qu'on verse peu à peu dans une solution aqueuse bouillante de 16^{gr} d'acétate d'argent. Ces proportions correspondent à 1 molécule de diphénylcarbazide ou urée pour 4 molécules de sel argentique. Il est bon de dissoudre l'acétate d'argent dans 2^{lit} d'eau distillée environ. Il se dépose aussitôt de l'argent métallique. Après quelques minutes d'ébullition, on filtre et l'on évapore à siccité au bain-marie le liquide à peine jaunâtre. On reprend par l'alcool méthylique qu'on additionne d'éther. La diphénylcarbodiazine se précipite aussitôt cristallisée et incolore. Elle se forme d'après l'équation

$$C^6H^5HAz - AzH - CO - AzH - AzH - C^6H^5 + 4C^2H^3AgO^2$$
$$= C^6H^5Az = Az - CO - Az = Az - C^6H^5 + 4Ag + 4C^2H^4O^2.$$

» Cette diphénylcarbodiazine est soluble dans l'eau bouillante, d'où elle cristallise par refroidissement. Elle se dissout dans les alcools méthylique et éthylique, qui l'abandonnent sous forme de paillettes aciculées brillantes. Précipitée par l'éther de ses solutions alcooliques, elle constitue un amas de petites aiguilles blanches enchevêtrées.

» La diphénylcarbodiazine ne fond pas. Sorte de tétrazoïque de la série grasse et de la série aromatique, elle se décompose par la chaleur avec vivacité comme les diazoïques, et cela au-dessous de 100°. L'azote dosé par le procédé Kjedhal a donné 23,64 pour 100; la théorie exige 23,53. Sa solution alcoolique n'a aucune action sur les sels métalliques, cuivre et mercure, caractère distinctif du corps originaire, la diphénylcarbazide. Mais, bouillie avec la potasse ou la soude alcoolique, elle prend une belle teinte orangée et passe à l'état de diphénylcarbazone, potassique ou sodique, suivant l'équation

$$C^6H^5Az = Az.CO.Az = Az.C^6H^5 + KOH$$
$$= C^6H^5AzH.AzK.CO.Az = Az.C^6H^5 + O.$$

» L'oxygène qui paraît dans cette équation donne, en réalité, avec l'alcool, soit méthylique, soit éthylique, du formiate ou de l'acétate potassique ou sodique.

» Les acides de la série grasse se combinent facilement avec la diphénylcarbodiazine. Les acides formique, acétique, propionique dissolvent à froid la diphénylcarbodiazine, puis la solution se prend rapidement en masse avec formation d'une combinaison équimoléculaire, explicable par la pentavalence d'un des azotes terminaux de la chaîne. L'acide formique donne ainsi

$$C^6H^5Az = Az.CO.Az = \underset{\substack{|\\ C^6H^5}}{Az}\begin{smallmatrix}\diagup O.CHO\\ \diagdown H\end{smallmatrix}.$$

» Ces combinaisons rappellent celles de la diphénylcarbazide elle-

même, que j'ai précédemment décrites ([1]). Elles se dissocient par la chaleur.

» Le brome attaque directement la dyphénylcarbodiazine avec élévation de température. On chasse l'excès de brome par évaporation au bain-marie; on reprend par l'alcool tiède qu'on additionne d'éther; de petits cristaux à peine colorés en jaune se précipitent. Les chiffres d'analyse concordent avec un dérivé dibromé de la formule, sans aucun doute,

$$CO\begin{cases} AzBr.AzBr.C^6H^5 \\ Az = Az.C^6H^5 \end{cases},$$

corps qui, sous l'influence de la potasse alcoolique à l'ébullition, donne facilement de la diphénylcarbazone et du bromure de potassium.

» Ce dérivé dibromé ne fond pas sans décomposition. Vers 60° il noircit. Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel alcool dérivé du limonène.* Note de M. P. Genvresse.

« Nous avons montré (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 918) que, dans l'action du peroxyde d'azote sur le pinène, il se forme un nouvel alcool terpénique, le pinénol. En indiquant pour ce corps une formule de constitution possible (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XX, p. 394), nous avons ajouté que le limonène, traité de la même manière, donne un alcool doué de propriétés différentes. Nous l'avons appelé *limonénol*.

» *Limonénol* $C^{10}H^{16}O$. — Ce corps est encore plus difficile à préparer que son isomère, l'action du peroxyde d'azote sur le limonène étant beaucoup plus énergique que sur le pinène.

» Pour préparer le limonénol, nous plaçons 200gr de limonène dans une fiole à fond plat, entourée d'un mélange de glace et de sel, et nous y faisons arriver le produit de la décomposition de 50gr de nitrate de plomb bien desséché.

» Dans ces conditions, beaucoup de limonène reste inaltéré. Nous opérons ensuite, comme nous l'avons fait dans la préparation du phénol, en entraînant le produit de la réaction additionné d'une solution concentrée de carbonate de sodium, jusqu'à réaction alcaline, par un courant de vapeur d'eau; le limonène passe d'abord, et ensuite l'alcool souillé de produits azotés. Le rendement en produit brut est d'environ 4 pour 100.

» Pour purifier ce corps, nous avons mis à profit une propriété curieuse de la solution concentrée de salicylate de sodium, propriété découverte par M. Duyk. Une telle

---

([1]) *Comptes rendus*, 11 février 1901.

solution dissout les alcools terpéniques et nullement les terpènes. Nous avons donc traité le produit brut précédent par une solution concentrée de salicylate de sodium, décanté la solution de l'alcool ainsi obtenue, et traité cette dernière par un courant de vapeur d'eau. L'alcool a été entraîné, séché sur du chlorure de calcium et distillé sous pression réduite.

» Le *limonénol* est un liquide incolore, d'une odeur agréable, ne rappelant nullement celle du limonène, différant également de celle du pinénol; il bout à 135°, sous une pression de 15^{mm}, sans décomposition sensible; il dévie à droite le plan de polarisation, sa déviation pour la raie D est $\alpha_D = +19°, 21'$ à la température de 17°; le limonène dont nous sommes partis est également dextrogyre; chez lui $\alpha_D = +43°, 52$ à la température de 11°.

« La densité du limonénol est, à 18°, de 0,9669; son indice de réfraction $n_D = 1,497$.

» Ce corps possède dans sa molécule deux doubles liaisons. En effet, si avec les nombres précédents nous calculons sa réfraction moléculaire, nous trouvons le nombre 45,99 et sa réfraction moléculaire théorique, d'après les nombres donnés par M. Brühl, en admettant l'existence de deux doubles liaisons, est 46,5.

» D'un autre côté, si l'on dissout le corps précédent dans le chloroforme ou dans le benzène, et si l'on y ajoute ensuite du brome goutte à goutte jusqu'à ce que la coloration de ce dernier persiste dans la solution, on constate qu'il n'y a point de dégagement d'acide bromhydrique et que le poids de brome ainsi ajouté est sensiblement le même que celui qui serait calculé dans l'hypothèse de deux doubles liaisons.

» Le limonénol est un alcool secondaire, de même que le pinénol; en effet, traité par le mélange chromique, il donne une cétone, la limonènone.

» *Limonénone* $C^{10}H^{14}O$. — Pour préparer ce corps, nous avons employé la méthode ordinaire et nous avons ensuite entraîné le produit de la réaction par l'eau. La limonénone est un liquide incolore, d'odeur agréable. Comme l'alcool qui lui a donné naissance, elle dévie à droite le plan de polarisation : $\alpha_D = +16°, 4'$ à la température de 20°; à la même température, sa densité est 0,9606 et son indice de réfraction pour la raie D est $n_D = 1,487$.

» Ici encore nous trouvons deux doubles liaisons; en effet, la réfraction moléculaire du corps précédent est 44,858, et si on la calcule d'après les nombres de M. Brühl, on trouve 45,16. Dans l'oxydation par l'acide chromique les deux doubles liaisons du limonène ont encore été respectées.

» Le corps précédent est bien une cétone; en effet, traité par le chlorhydrate d'hydroxylamine, il se transforme en oxime.

» *Limonénoxime* $C^{10}H^{14}AzOH$. — Nous avons obtenu ce corps en suivant la marche que M. Wallach a employée pour transformer la carvone en carvoxime, c'est-à-dire en traitant la cétone précédente dissoute dans l'alcool par deux solutions chaudes, l'une de chlorhydrate d'hydroxylamine, l'autre de potasse. Après refroidissement, le tout est versé dans l'eau froide; une huile ne tarde pas à se séparer, on l'entraîne par un courant de vapeur d'eau et elle cristallise.

» La limonénoxime fond à 85°,5; mais si après l'avoir laissée se solidifier on fond

de nouveau ce corps, on voit que le point de fusion s'est abaissé à 72°, température qui est celle de fusion de la carvoxime active.

» Les expériences qui suivent ont eu pour but d'identifier le corps précédent avec la carvoxime en même temps que de faire son étude.

» Nous avons trouvé pour son pouvoir rotatoire $\alpha_D = -39°48'$ à la température de 20°. M. Wallach a trouvé pour la carvoxime gauche $\alpha_D = -39°34'$.

» Comme la carvoxime active, la cétoxime précédente se combine avec le chlorure de benzoïle dans les mêmes conditions; le produit obtenu est le même dans les trois cas et a même point de fusion, 95°, et mêmes propriétés.

» Il en est de même pour la combinaison avec l'isocyanate de phényle; ici encore le point de fusion sera de 133°.

» Il y a donc identité de la cétoxime précédente avec la carvoxime; seul le point de fusion diffère, et encore seulement quand il n'y a pas eu de fusion préalable.

» La limonénoxime se forme également, mais en petite quantité, dans l'action du peroxyde d'azote sur le limonène. Nous avions du reste obtenu une réaction analogue en traitant le pinène dans les mêmes conditions.

» La formule de constitution du limonénol se déduit aisément de celle du limonène et de la carvoxime. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation de l'acide diméthylacrylique en acide diméthylpyruvique.* Note de MM. L. Bouveault et A. Wahl, présentée par M. A. Haller.

« Dans une précédente Note, nous avons montré que le nitrodiméthylacrylate d'éthyle α est réduit, au moyen de l'amalgame d'aluminium, en l'amine correspondante, l'α-aminodiméthylacrylate d'éthyle

$$\begin{matrix} CH^3 \searrow \\ CH^3 \nearrow \end{matrix} C = \underset{\substack{| \\ AzH^2}}{C} - CO^2C^2H^5.$$

» Ce composé, qui jouit de propriétés alcalines très nettes, se dissout sans altération dans les acides étendus et froids; mais vient-on à chauffer à 100° sa solution chlorhydrique, elle laisse surnager une couche huileuse : par refroidissement la couche aqueuse abandonne des cristaux de chlorhydrate d'ammoniaque. La décomposition se fait intégralement suivant l'équation

$$C^7H^{13}AzO^2 + HCl + H^2O = AzH^4Cl + C^7H^{12}O^3.$$

» Le nouveau composé est obtenu par distillation dans le vide de

l'huile surnageant après lavage à l'eau. Il bout à 65°-69°, sous 15mm, possède une odeur éthérée assez agréable; sa densité $D_0^0 = 1,031$. L'analyse nous a fait voir que ce composé possède bien, en effet, la formule que lui attribue l'équation précédente.

» Le troisième atome d'oxygène de ce corps s'y rencontre sous forme de carbonyle, car il se combine aisément à l'hydroxylamine et à la semi-carbazide.

» Son *oxime*, qui prend naissance à froid, forme de magnifiques aiguilles incolores fondant à 55°. Elle est très soluble dans tous les dissolvants neutres, sauf l'eau et la ligroïne.

» La *semi-carbazone* s'obtient sans difficulté par le mélange avec une solution hydroalcoolique d'acétate de semi-carbazide. Elle se dépose d'un mélange d'éther et d'éther de pétrole, sous forme de prismes incolores fondant à 95°-96°.

» Étant donné que cet éther dérive du diméthylacrylate d'éthyle par une suite de réactions très simples qui toutes se font à température peu élevée, étant donné aussi qu'il contient un carbonyle acétonique, il ne peut être constitué que par le *diméthylpyruvate d'éthyle*

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!> CH - CO - COOC^2H^5.$$

» L'hydratation a dû donner de l'ammoniaque et le composé intermédiaire

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!> C = \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}} - COOC^2H^5,$$

qui s'est transformé aussitôt, comme l'alcool vinylique, en aldéhyde

$$CH^2 = CHOH = CH^3 - CHO.$$

» Le dédoublement de l'amino-diméthylacrylate d'éthyle est à rapprocher de celui du β-aminocétonate d'éthyle, qui fournit de l'éther acétylacétique.

» Les homologues de l'acide pyruvique dans la série grasse sont pour ainsi dire circonscrits; il nous a donc semblé utile d'étudier celui que nous avons entre les mains.

» On obtient l'*acide diméthylpyruvique* en chauffant l'éther précédent avec de l'eau en tube scellé à 140°-150° pendant quelques heures. Le contenu des tubes, qui est devenu homogène et qui ne s'est même pas coloré, est distillé sur pression réduite. Il passe d'abord de l'alcool, puis de l'eau entraînant quelques gouttes d'éther inaltéré, et

enfin l'acide lui-même qui bout à 65°-67° sur 10^{mm}. C'est un liquide incolore qui cristallise aussitôt dans le récipient jusqu'à la dernière goutte. Cet acide fond à 31°; il est très soluble dans l'eau, à laquelle il communique une réaction très acide, très soluble également dans l'alcool et dans l'éther.

» Cet acide n'a jamais jusqu'ici été préparé à l'état de pureté. Moritz (*Chem. Soc.*, p. 13; 1880) l'a obtenu mélangé à de l'acide isobutyrique à la suite de la réaction du chlorure d'isobutyrile sur le cyanure d'argent. K. Brunner (*Monatschrift*, t. XV, p. 761) a préparé un sel d'argent et un phénylhydrazone fondant avec décomposition à 129°. L. Kohn (*Monat.*, t. XIX, p. 522), en oxydant par le permanganate un produit de condensation de l'aldéhyde isobutylique, a obtenu un acide qu'il suppose être l'acide diméthylpyruvique et qu'il a caractérisé par son *oxime* fondant à 102° et sa *phénylhydrazone* fondant à 137°.

» Il nous semble peu probable que l'acide de Kohn soit identique au nôtre, car l'*oxime* que nous avons préparée forme, après cristallisation dans l'éther, de belles paillettes blanches qui fondent à 163°-165° avec dégagement gazeux.

» La *phénylhydrazone* s'obtient en ajoutant une solution acétique de phénylhydrazine à la solution aqueuse de l'acide; elle se précipite immédiatement sous forme d'un magma cristallin jaune clair : l'alcool l'abandonne en longues aiguilles d'un jaune de soufre, fondant sans décomposition à 156°-157°.

» Les expériences que nous venons d'exposer tendent à faire croire que l'éther et l'acide que nous avons obtenus sont bien l'éther et l'acide diméthylpyruviques, mais elles n'en donnent pas la preuve absolue.

» En présence des divergences constatées par nous entre les constantes physiques de nos composés et celles des dérivés correspondants de l'acide diméthylpyruvique obtenus par nos devanciers, nous avons cherché à démontrer d'une manière évidente la constitution de notre acide en le dédoublant en acide carbonique et aldéhyde isobutyrique. Une tentative opérée avec l'aniline au moyen du procédé qui a donné d'excellents résultats avec les acides glyoxyliques de la série aromatique a échoué complètement. Nous espérons être plus heureux prochainement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des acides monohalogénés de la série grasse sur la pyridine et la quinoléine.* Note de MM. **L.-J. Simon** et **L. Dubreuil**, présentée par M. Haller.

« I. On doit à Martin Krüger un important travail relatif à l'action de l'acide monochloracétique et de son éther éthylique sur la pyridine et ses

homologues (*J. f. prakt. Ch.*, t. XLIII, p. 271 et 364, et t. XLIV, p. 130; 1891). En outre, von Gerichten et Rhoussopoulos ont brièvement décrit l'action des mêmes agents sur la quinoléine (*D. ch. G.*, t. XV, p. 1251, 2006; 1882).

» Ces recherches ont conduit à des bétaïnes pyridiques et quinoléiques par l'intermédiaire des chlorhydrates neutre et basique.

» Nous avons repris ces recherches et nous les avons étendues à d'autres acides halogénés, en particulier aux acides monobromés.

» D'une manière générale, le cours de la réaction dépend des proportions relatives de l'acide et de la base. Si celle-ci est en excès, et, pour préciser, si l'on emploie deux molécules de base pour une d'acide, la réaction conduit au chlorhydrate basique, et cela presque quantitativement d'après l'équation

$$2(\mathrm{R - CHBr - CO^2H}) + 3\,\mathrm{R'Az} + \mathrm{H^2O}$$
$$= \begin{bmatrix} \mathrm{R} - \mathrm{CH} - \mathrm{CO} \\ \quad\;\, | \qquad\;\; | \\ \mathrm{R'} - \mathrm{Az} - \mathrm{O} \end{bmatrix}^2 \mathrm{HBr.H^2O} + \mathrm{R'Az.HBr}.$$

» Si la proportion de base tertiaire diminue, si, par exemple, on emploie des proportions équimoléculaires de base et d'acide, la quantité de bromhydrate basique diminue en même temps qu'apparaît d'une façon prépondérante le bromhydrate neutre dont les constantes de solubilité sont toutes différentes.

» II. Soit comme exemple de préparation le cas de l'acide bromacétique et de la pyridine. Si l'on dissout dans un tube à essai quelques cristaux d'acide bromacétique dans la pyridine, la dissolution s'échauffe, jaunit, puis brusquement la réaction devient très vive et il se produit des vapeurs bromées. Il peut même y avoir projection de matière. On modère la réaction en opérant en solution alcoolique.

» On dissout l'acide (25^{gr}) dans l'alcool (60^{gr}) et l'on verse la pyridine (28^{gr}) : la masse s'échauffe légèrement. On continue à chauffer d'abord au bain-marie, puis à feu nu en agitant. Au bout de quelque temps, il se forme sur les parois du ballon une traînée de cristaux blancs qui envahissent rapidement toute la masse du liquide. En reprenant dans le ballon même par l'alcool (200^{gr}), on dissout le tout à l'ébullition, et par refroidissement se déposent de jolis cristaux blancs aciculaires directement purs pour l'analyse.

» La réaction peut se produire à froid tout aussi bien, mais alors elle demande un temps plus considérable.

» D'après le dosage de l'eau et des éléments : carbone, hydrogène, azote et brome,

la composition de ce corps est celle du bromhydrate basique de pyridine bétaïne.

$$(C^7H^7AzO^2)^2HBr.H^2O \quad \text{ou} \quad \left[\begin{array}{l} \quad CH^2-CO \\ \quad\ | \qquad\quad | \\ C^5H^5Az\ -O \end{array}\right]^2 HBr.H^2O.$$

» La quinoléine se comporte de même, quoique moins vivement, et fournit également un produit bien cristallisé, blanc quand il est pur, et qui, d'après les analyses, a la composition d'un bromhydrate basique de quinoléine bétaïne :

$$(C^{11}H^9AzO^2)^2HBr.H^2O.$$

» Les dérivés chlorés correspondants

$$(C^7H^7AzO^2)^2HCl.H^2O \quad \text{et} \quad (C^{11}H^9AzO^2)^2HCl.H^2O$$

ont été également préparés de la même manière à chaud et à froid et analysés complètement.

» III. Les choses se passent à peu près de même avec les acides α-bromopropionique et α-bromobutyrique; mais l'énergie de la réaction diminue notablement à mesure qu'on s'élève dans la série. On a isolé, par exemple, avec la pyridine les bromhydrates basiques des bétaïnes correspondantes aux formules

$$\begin{array}{l} CH^3-CH-CO \\ \qquad\quad | \qquad | \\ C^5H^5-Az-O, \end{array} \qquad \begin{array}{l} CH^3-CH^2-CH-CO \\ \qquad\qquad\quad | \qquad | \\ \quad C^5H^5-Az-O. \end{array}$$

» Ces bétaïnes sont, comme on le voit, des isomères de la picoline bétaïne de Krüger et de son homologue supérieur.

» Il est bon de faire remarquer que, dans un travail déjà ancien de Duvilliers relatif à l'action de la triéthylamine sur les acides et les éthers α-bromopropionique et α-bromobutyrique, ce savant était arrivé à la conclusion que « la triéthylamine agissant sur les éthers monochlorés et mo» nobromés ne fournit facilement une bétaïne qu'avec l'éther monochlo» racétique; avec l'éther bromopropionique, il ne se forme qu'une trace » de bétaïne et avec l'éther bromobutyrique il ne s'en forme pas trace ».

» IV. Enfin, l'acide monobromosuccinique soumis à l'action de la pyridine et de la quinoléine se comporte tout autrement.

» Les produits obtenus ne renferment plus de brome. Il se forme alors, par départ d'acide bromhydrique, l'acide non saturé correspondant, ou plutôt ses sels.

» Avec la quinoléine, par exemple, on obtient un sel bien cristallisé

dont la composition est celle du fumarate monoquinoléique. Traité par l'azotate d'argent, on obtient un sel blanc insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide azotique, dont les caractères analytiques sont ceux du fumarate d'argent. L'un de nous (Dubreuil) se réserve de poursuivre ultérieurement ces recherches sans sortir du domaine des bases pyridiques et quinoléiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides pyrogallolsulfoniques.* Note de M. **Marcel Delage**, présentée par M. A. Ditte.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai indiqué la préparation de l'acide pyrogallolmonosulfonique. L'acide pyrogalloldisulfonique s'obtient en faisant réagir l'acide sulfurique fumant sur le pyrogallol.

» *Préparation de l'acide pyrogalloldisulfonique.* — 25^{gr} de pyrogallol bien pur et exempt de matières empyreumatiques sont broyés dans une capsule avec 15^{cc} d'acide sulfurique ordinaire ($d = 1,84$). La masse jaunâtre est placée au bain-marie. Comme pour la préparation de l'acide monosulfonique, mais quelques instants avant la prise en masse, on retire la capsule du feu et l'on mélange au liquide, en remuant constamment, 30^{gr} d'acide pyrosulfurique cristallisé. Le produit s'échauffe beaucoup et se prend au bout de quelques minutes en une masse dure, d'un blanc grisâtre. Celle-ci est reprise par un peu d'eau et abandonnée dans le vide sec; les premiers cristaux se font attendre fort longtemps, mais quand on ajoute un cristal au liquide parvenu à la concentration voulue, on obtient facilement l'acide cristallisé sous forme de prismes allongés, transparents, à peine violacés, et assez volumineux. On fait écouler l'eau mère chargée d'acide sulfurique et, pour débarrasser les cristaux ainsi obtenus de la petite quantité d'acide sulfurique qu'ils contiennent encore, le procédé le plus commode consiste à abandonner à l'air libre le cristallisoir incliné. L'humidité absorbée s'écoule en entraînant l'acide sulfurique en excès; il est à peine besoin de faire recristalliser une seconde fois.

» Il est à remarquer qu'à mesure qu'on les débarrasse de l'acide sulfurique, les cristaux tendent à devenir plus petits et à prendre la forme d'aiguilles feutrées. Pur, l'acide est encore assez fortement hygroscopique et très soluble dans l'eau. Les cristaux séparés récemment de l'eau mère et ressuyés quelques heures entre des feuilles de papier buvard contiennent 4 molécules d'eau de cristallisation qui n'a pu être dosée directement, car le produit noircit et se décompose à l'étuve, même à 60°. Les cristaux abandonnés sous une cloche, sur de l'acide sulfurique concentré, s'effleurissent en donnant une poudre blanche, mais ils ne perdent pas ainsi toute leur eau : au bout d'un mois, la teneur en soufre, 20,2, correspondait encore à un acide à $2H^2O$.

([1]) *Comptes rendus*, 20 août 1900.

» La teneur en soufre de l'acide pyrogalloldisulfonique correspond à la formule

$$C^6H\begin{cases}-OH\\-OH\\-OH\\-SO^3H\\-SO^3H\end{cases} + 4H^2O,$$

ce qui, rapproché des analyses de ses sels, établit sa composition.

» *Sel de baryum.* — La masse dure, préparée comme il est dit plus haut, est reprise par l'eau et saturée à froid par CO^3Ba jusqu'à cessation de l'effervescence, puis le liquide, séparé rapidement à la trompe du sulfate de baryte et du carbonate en excès, est évaporé dans le vide. Toutes ces opérations doivent se faire aussi rapidement que possible, car le liquide en présence du carbonate en excès se colore rapidement à l'air en jaune, puis en bleu. Lorsque la liqueur est assez concentrée et bien avant qu'elle soit devenue sirupeuse, il se sépare une poudre cristalline, lourde, sableuse, colorée en jaune clair. Par une nouvelle concentration ou par refroidissement on fait cristalliser une nouvelle quantité de sel barytique; ce sel déjà très pur peut être soumis à une nouvelle cristallisation dans l'eau. Si celle-ci a lieu lentement à froid, on obtient des croûtes jaune clair composées de cristaux petits, mais bien définis.

» Les nombres fournis par l'analyse correspondent à la formule :

$$C^6H\begin{cases}-OH\\-OH\\-OH\\-SO^3\diagdown\\-SO^3\diagup\end{cases}Ba + \tfrac{1}{2}H^2O.$$

» *Sel de calcium.* — On opère exactement comme pour obtenir le sel de baryum, mais en remplaçant CO^3Ba par CO^3Ca. Le sel commence à se séparer quand la concentration est suffisante. Il est préférable de terminer la concentration à froid.

» Le sel se présente alors sous forme de masses jaunâtres grimpant le long des bords des récipients et présentant beaucoup moins la structure cristalline que le sel de baryte. On l'essore et on le lave avec un peu d'eau. Sec, il se présente sous forme d'une poudre fine, blanc jaunâtre et se colorant peu à peu en jaune au contact de l'air. Il n'est pas avantageux de soumettre le produit à de nombreuses cristallisations, car il est moins stable que le composé barytique; à chaque redissolution, surtout lorsqu'on opère à chaud, il abandonne, en s'altérant, une minime quantité de sulfate de chaux et tend plutôt à se colorer qu'à se décolorer, même lorsqu'on opère toutes les évaporations à froid.

» Le sel calcique cristallise avec quatre molécules d'eau qu'il perd en partie par

exposition à l'air; il correspond à la formule

$$C^6H\begin{cases}/OH \\ -OH \\ -OH \\ -SO^3\diagdown \\ \diagdown SO^3\diagup\end{cases}Ca + 4H^2O.$$

» La comparaison des solubilités des sels, des acides mono et disulfoniques et de l'acide sulfurique permet de les ranger dans l'ordre suivant de solubilité décroissante :

Monosulfonate de Ca,	Monosulfonate de Ba;
Disulfonate de Ca,	Disulfonate de Ba;
Sulfate de Ca,	Sulfate de Ba;

ce qui montre que la solubilité s'abaisse à mesure que le rapport entre la matière organique et la quantité d'acide sulfurique diminue dans la molécule. D'une façon absolue, les sulfonates de chaux sont plus solubles que les sulfonates de baryte, ce qui a lieu aussi pour les sulfates. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *De l'hydrate de carbone de réserve dans les tubercules de l'Avoine à chapelets.* Note de M. V. **Harlay**, présentée par M. L. Guignard.

« Il existe une variété de l'*Arrhenatherum elatius* M. et K. dont la tige a ses entre-nœuds inférieurs renflés en une série de tubercules; cette variété, *A. bulbosum* Gaud., Avoine à chapelets, croît dans les terrains sablonneux; elle est bien connue des cultivateurs, qui n'ont que trop de peine à la détruire.

» Il était à présumer que les tubercules de cette plante devaient renfermer une matière de réserve, et que, très vraisemblablement, cette matière devait être un hydrate de carbone analogue à ceux qui ont été étudiés dans plusieurs Graminées par Ekstrand et Johanson [1]. Le procédé que j'ai employé pour obtenir cette substance se rapproche des procédés indiqués par ces auteurs pour l'obtention de la phléine et de la graminine, et aussi de

(1) *Ber. d. deutsch. chem. Gesell.*, t. XX, p. 3310, 1887; t. XXI, p. 594, 1888.

celui employé par M. Müntz, puis par MM. Bourquelot et Hérissey (¹) pour la préparation de la mannogalactane des graines de Luzerne.

» 250^{gr} de tubercules, récoltés en décembre, sont broyés, mis à macérer dans 300^{cc} d'une solution au $\frac{1}{20}$ d'acétate neutre de plomb. Après dix-huit heures de contact, on passe, on presse, on laisse reposer. Au bout d'un jour, on filtre, on élimine le plomb par l'acide oxalique, celui-ci par le carbonate de chaux, et, après filtration, on précipite par six volumes d'alcool à 90°. Le précipité, d'abord visqueux, se réunit à la partie inférieure du vase en un gâteau solide. Celui-ci est fragmenté, desséché dans le vide sulfurique, pulvérisé, puis lavé à l'alcool et desséché de nouveau. Le rendement est de 4,80 pour 100 parties de tubercules frais.

» Ce produit est une poudre blanche, soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool fort. Il ne réduit pas la liqueur de Fehling, mais réduit à chaud le nitrate d'argent ammoniacal. Il ne bleuit pas par l'iode. Ses solutions aqueuses précipitent par l'eau de baryte, ne donnent aucun précipité par l'eau de chaux ni le sous-acétate de plomb. Le pouvoir rotatoire est $\alpha_D = -44°,7$ (cendres et humidité déduites). La substance fond à 112° en noircissant et en se boursouflant. Hydrolysée par l'acide sulfurique très dilué, par un séjour de quinze minutes à la température de 100°, elle donne un sucre réducteur; le dosage du sucre à la liqueur de Fehling et l'examen polarimétrique indiquent comme pouvoir rotatoire du sucre formé $\alpha = -90°$ ($t = 13°$). Le sucre d'hydrolyse, comme le produit lui-même, donne, à chaud, avec l'acide chlorhydrique dilué au $\frac{1}{3}$ et la résorcine, la réaction de Séliwanoff (coloration rouge feu) caractéristique du lévulose et de ses éthers. Le sucre donne avec l'acétate de phénylhydrazine, à chaud, un précipité jaune cristallin, fondant en même temps qu'un échantillon de phénylglucosazone dérivée du glucose. Ses solutions, agitées à 33° avec la chaux, abandonnent, par refroidissement à 0°, une combinaison cristalline peu soluble dans l'eau, d'où l'on peut obtenir, après décomposition par l'acide oxalique, de la phénylglucosazone. Le sucre est donc du lévulose. Quant à la substance non hydrolysée, elle se comporte comme un polysaccharide dérivé du lévulose (le rapport de la substance au sucre formé par hydrolyse étant très voisin de $\frac{172}{190}$). Maintenue en solution neutre pendant huit heures à 100°, la substance n'a subi qu'une altération à peine appréciable au polarimètre et à la liqueur cupropotassique; au bout de quatre heures, l'hydrolyse semble nulle.

» Cette substance existe dans les tubercules à l'état de solution dans le suc cellulaire, et peut être précipitée, par macération des tubercules dans l'alcool, en sortes de sphéro-cristaux très réfringents, disparaissant dès qu'on fait arriver sur la préparation une goutte d'eau.

» Cette substance est donc, par toutes ses propriétés, très voisine de la phléine et de la graminine, elles-mêmes très voisines, sinon identiques.

(¹) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 6ᵉ série, t. XI, p. 589; 1900.

Aussi, quoique son point de fusion et son pouvoir rotatoire soient intermédiaires entre ceux donnés par Ekstrand et Johanson pour ces deux substances, on peut lui conserver le nom de *graminine*, ces auteurs indiquant que la graminine qu'ils ont étudiée dans le *Trisetum alpestre* semble exister aussi dans beaucoup d'autres Graminées (*Calamagrostis*, *Festuca*, *Agrostis*, *Avena*, sans désignation d'espèces).

Graminine du *Trisetum alpestre*....	$T_f = 209^\circ$	$\alpha_D = -38^\circ{,}89$
Graminine de l'*A. bulbosum*........	212	$-44{,}7$
Phléine du *Phleum pratense*........	215	$-48{,}12$

» Elle se différencie, d'autre part, de l'inuline par sa plus grande solubilité et son plus grand pouvoir rotatoire.

» J'ai étudié plus spécialement l'action de divers agents hydrolysants sur la graminine de l'*A. bulbosum*, et j'ai pu constater que les solutions de graminine restaient inaltérées en présence de salive et de diastase ([1]). La solution des ferments sécrétés par l'*Aspergillus niger*, qui, comme on sait, hydrolyse l'inuline ([2]), hydrolyse aussi la graminine. Après vingt heures de contact à la température de 25°-17°, $\frac{1}{12}$ environ de la quantité de graminine mise en jeu se trouvait transformée en sucre.

» La graminine est-elle une substance de réserve? Le fait était probable dès l'abord; mais il fallait démontrer que l'hydrolyse de la graminine peut se produire dans certaines parties de la plante. Dans ce but, je m'adressai aux parties vertes, aériennes, des jeunes pousses (janvier). Le suc dilué de ces parties vertes se montra sans action sur la graminine; par contre, il avait une action manifeste, quoique peu intense, sur l'amidon cuit. Le suc des parties souterraines, blanches, des jeunes pousses, au contraire, produisit une hydrolyse comparable à celle obtenue avec le liquide d'*Aspergillus*. Le rôle de la graminine est donc bien celui d'une substance de réserve.

» Cette substance se trouve en assez forte proportion dans les tubercules de l'*A. bulbosum* (7,5 pour 100 des tubercules frais contenant 70 d'eau et 17 de matériaux insolubles dans l'eau et l'alcool). Elle est accompagnée de 1,60 de sucre réducteur, donnant de la phénylglucosazone, lévogyre,

---

([1]) La salive et la diastase étaient reconnues très actives sur l'amidon cuit. Toutes ces expériences ont été faites avec témoins ayant reçu la même quantité des liquides fermentaires maintenus au préalable dix minutes à l'ébullition.

([2]) Ém. Bourquelot, *Journ. Pharm. et Chim.*, 5e série, t. XXVIII, p. 5; 1893.

produisant la réaction de Séliwanoff. C'est donc vraisemblablement du lévulose; mais ce lévulose est accompagné d'une matière réductrice, dextrogyre (peut-être de glucose); car les dosages par réduction ont toujours donné des chiffres nettement plus élevés que l'évaluation du lévulose par le polarimètre. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Transmission nerveuse d'une excitation électrique instantanée.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans une série de travaux antérieurs, et notamment dans trois Notes présentées à l'Académie en 1899 (1), j'ai démontré que l'excitation électrique brève mettait le nerf dans un état oscillatoire spécial, se propageant à distance dans cet organe avec une vitesse que j'ai pu mesurer, et qui est la vitesse même de l'agent nerveux. J'ai déterminé aussi la fréquence de ces oscillations nerveuses et leur longueur d'onde.

» Dans la dernière des Notes précitées, je considérais comme très probable l'idée que ce phénomène physiologique remarquable était en même temps un phénomène électrique, en ce sens que ce qui était ainsi propagé le long du nerf dans les mêmes conditions que l'influx nerveux consistait dans une série d'oscillations électriques. Ce point, qui me semblait découler de toutes mes expériences (et notamment de celles sur l'induction faradique unipolaire publiées de 1893 à 1896), j'ai cherché à le rendre évident, et j'ai réussi dernièrement à en donner la preuve expérimentale.

» De ces nouvelles recherches il résulte qu'une excitation électrique brève donne lieu à une double transmission de la part du nerf : 1° une partie est transmise à peu près instantanément comme par un conducteur ordinaire, c'est-à-dire avec une vitesse non mesurée, mais très grande, de l'ordre de la conduction électrique proprement dite; 2° une autre partie de l'excitation (accrue ou non par une réaction du nerf) se transmet, *électriquement toujours*, mais avec la vitesse très modérée de l'influx nerveux, soit de 20^{m} à 30^{m} par seconde.

» Cette seconde partie de l'excitation, évidemment modifiée physiologiquement par le nerf, est encore *de nature électrique*, car elle peut être conduite à distance *par un fil métallique* et provoquer *chez un autre animal*

(1) *Comptes rendus*, 12, 26 juin et 13 juillet 1899.

(aussi bien que sur une autre partie du même animal) une contraction musculaire par l'intermédiaire du nerf moteur.

» Ce n'est pas tout : au bout de 1, 2, 3, ... périodes isochrones très petites *consécutives à l'excitation originelle*, le même fil métallique amène au second nerf une 2e, une 3e, une 4e, ... excitation. Par conséquent, non seulement le nerf excité a fourni au conducteur métallique de l'électricité directe, puis de l'électricité modifiée par lui, mais cette seconde portion a pris un caractère oscillatoire que n'avait pas l'excitation primitive, et a donné lieu à une répétition apparente, à une récurrence périodique de cette excitation.

» Tous ces faits ont été facilement mis en évidence à l'aide d'un dispositif expérimental très analogue à celui qui a été décrit dans ma Note du 26 juin 1899 et qui m'avait servi à étudier les interférences dans l'excitation d'un seul et même nerf.

» Voici le principe de la méthode qui m'a servi. Toutes les expériences ont été faites sur la grenouille.

» Une excitation unipolaire brève produite par la fermeture d'un courant de pile pendant deux ou trois dix-millièmes de seconde est fournie à un point A du nerf. Un *autre* point B du nerf, séparé du premier par une distance connue AB, est mis en relation avec un conducteur métallique, *à des moments variables à partir de l'excitation*, c'est-à-dire soit en même temps qu'elle, soit à des intervalles plus ou moins tardifs après qu'elle a pris fin. Ce conducteur métallique aboutit à un nerf moteur soit chez le même animal, soit sur un autre animal dont le corps est relié à la terre.

» Or on constate une contraction des muscles commandés par ce second nerf, quand la communication est établie : 1° au moment même de l'excitation; 2° un temps défini après cette excitation, temps proportionnel à la distance des points A et B du premier nerf; 3° à des intervalles définis après ces deux premières contractions, intervalles sensiblement isochrones, indépendants du précédent, et ne variant pas avec la distance AB parcourue par l'excitation sur le premier nerf. A tout autre moment, le muscle reste inexcité.

» Du premier intervalle et de la distance AB l'on déduit la vitesse de propagation propre au nerf; des suivants on déduit la fréquence des oscillations subséquentes. On retombe sur les chiffres déjà obtenus dans les expériences d'interférence nerveuse ou sur des chiffres tout à fait analogues.

» Il nous reste à faire une étude électrique plus complète du phénomène. »

PHYSIOLOGIE. — *Action physiologique du vin.* Note de M. **L. Roos**, présentée par M. Müntz.

« J'ai entrepris de vérifier, par une expérience sur l'animal, si l'ingestion quotidienne de vin exerce une action défavorable, indifférente ou favorable sur l'organisme. Dans ce but, j'ai soumis au régime du vin un certain nombre de cobayes, en conservant des témoins de même espèce recevant la même alimentation, vin excepté.

» Six couples ont été placés dans des conditions de vie rigoureusement identiques; quatre de ces couples recevaient quotidiennement du vin, tandis que les deux autres n'en avaient pas.

» Le vin a été donné au commencement de l'expérience au moyen d'une seringue graduée à pointe mousse, que l'on introduisait dans la bouche de l'animal immobilisé.

» Les doses étaient calculées d'après le poids des animaux pour qu'elles équivalent à une consommation rapportée à un homme du poids de 70^{kg}.

De 1^{lit}	par jour pour le premier couple,		
» 1,5	»	deuxième couple,	
» 2	»	troisième couple,	
» 3	»	quatrième couple.	

» J'ai employé du vin rouge à 9 pour 100 d'alcool, donné non étendu d'eau.

» Cette méthode fut appliquée pendant trois mois. Sauf un seul, tous les cobayes prenaient leur vin avec facilité, certains même le recherchaient.

» Celui qui n'absorbait pas facilement le vin fut étouffé après trois mois de régime, par suite d'un accident. Je résolus alors de donner le vin mélangé à du son de blé ordinaire, en le distribuant le matin après le jeûne de la nuit pour obtenir une ingestion rapide.

» N'ayant relevé aucune différence sensible dans l'état des divers couples soumis au régime du vin, j'ai uniformisé la quantité donnée à 30^{cc} par kilogramme de matière vivante, ce qui représente un peu plus de 2^{lit} pour un homme pesant 70^{kg}.

» L'expérience, commencée le 9 avril 1900, dure encore à l'heure actuelle. Tous les cobayes ont été pesés régulièrement depuis le début.

» Le poids moyen des animaux était, le 9 avril 1900 :

Cobayes au régime du vin	370^{gr}
» témoins	368^{gr}

c'est-à-dire aussi semblables que possible.

» Après trois mois de régime, le 9 juillet 1900, les poids étaient devenus :

Cobayes au régime du vin	640^{gr}
» témoins	606^{gr}

» La différence en faveur de ceux qui recevaient du vin était de 5,60 pour 100.

» Au point de vue de la reproduction, après ces mêmes trois mois, le nombre des descendants était :

Pour les cobayes au régime du vin	10	soit, par couple	2,5
» témoins	4	»	2,0

» A la même époque, le poids moyen global d'un couple avec sa descendance vivante était :

Pour un couple au régime du vin	1675^{gr}
» témoin	1422^{gr}

» Le 10 juillet arriva l'accident signalé plus haut. Il s'agissait de la femelle du couple 2. Je dois donc, pour continuer à donner des résultats comparatifs, éliminer ce couple et sa descendance.

» Au 10 septembre 1900, le poids moyen d'une unité était devenu :

Cobayes au régime du vin	762^{gr}
» témoins	675^{gr}

» Ici la différence en faveur de ceux ayant reçu du vin est de 12,87 pour 100.

» Le poids moyen d'un couple, descendance vivante comprise, était, à la même date :

Couples au régime du vin	2657^{gr}
» témoins	2313^{gr}

soit une différence de 14,87 pour 100.

» Le 22 septembre, un mâle témoin T_1 est mort, après une quinzaine de jours de maladie, pendant lesquels son poids est passé de 663^{gr} à 504^{gr}. Le 17 octobre, le second mâle témoin T_2 est mort dans des conditions analogues. Son poids était de 687^{gr} au 1er octobre et de 575^{gr} au 15 du même mois, dernière pesée effectuée. A l'autopsie, je n'ai trouvé, dans les deux cas, qu'une lésion de l'estomac caractérisée par de petites taches noires semblant altérer profondément le tissu, car l'estomac se perçoit sous le moindre contact au niveau des taches.

» Privé des deux couples témoins j'en ai constitué de nouveaux, mais je ne puis plus, à partir de cette date, donner de résultats comparatifs.

» Après neuf mois d'expérience, la mortalité a été de 12,5 pour 100 pour les cobayes au vin et de 50 pour 100 pour les témoins; je me borne à le constater sans en faire un argument en faveur de l'ingestion du vin.

» Si nous examinons les résultats généraux au 31 décembre, sans tenir compte des morts des ascendants, nous obtenons les chiffres suivants : quatre couples au régime du vin ont donné 30 produits, soit 7,5 par couple; deux couples témoins ont donné 9 produits, soit 4,5 par couple. Sur les descendants des premiers il y a eu sept morts; on en compte deux sur les autres. Cela établit une mortalité de 23,2 pour 100 dans le premier cas et 22,2 dans le second.

» A cette même époque, le poids moyen des ascendants recevant du vin était de $841^{gr},25$, c'est dire qu'ils étaient à cette date en très bonne forme.

» J'ai voulu essayer de déterminer comparativement la force musculaire des animaux de chaque série, en l'appréciant par le temps de résistance à une même fatigue pour un même poids du corps.

» Pour cela les animaux, placés sur un plan incliné garni d'une toile métallique pour empêcher le glissement, étaient sollicités en arrière par un poids égal au leur. On notait le temps pendant lequel ils résistaient. Les cobayes étaient placés de telle sorte qu'ils ne pussent pas tourner la tête, ni voir à droite ou à gauche. Un collier, relié à un système de traits roulant sur une petite poulie et supportant le poids, déterminait la traction.

» Sous cet effort les animaux résistaient autant qu'ils le pouvaient; la résistance cessait d'ailleurs brusquement, car au lieu de reculer progressivement ils cabriolaient en arrière d'un seul coup.

» Dans les premières séries d'essais que j'ai pu faire, tous les cobayes au régime du vin se sont montrés plus résistants que les autres, tenant des temps allant jusqu'au quintuple de ce que me donnaient les témoins.

» Les essais de ce genre ne peuvent pas se continuer longtemps, car les animaux savent très vite qu'ils ne se font aucun mal et préfèrent céder tout de suite.

» En variant les conditions du travail pour les dérouter, on obtient des résultats du même ordre, mais toujours dans les premiers essais seulement. Après trois ou quatre séances les uns ou les autres ne veulent plus travailler.

» Je n'attache donc pas une très grande importance aux déterminations de ce genre, cependant je note les résultats, très nettement favorables au régime du vin, obtenus dans les quelques essais que j'ai pu faire.

» J'ai enfin cherché à savoir si le vin avait par lui-même une valeur alimentaire notable.

» Dans ce but, j'ai soumis pendant un mois deux cobayes non adultes à un régime insuffisant pour assurer leur développement normal.

» L'un recevait 2 fois par jour 5^{gr} de son de blé mouillé de 10^{cc} d'eau, l'autre une ration identique, mais mouillée de 5^{cc} de vin rouge à 9 pour 100 d'alcool et de 5^{cc} d'eau.

» Pendant la durée de l'expérience, le cobaye recevant du vin paraissait moins mal portant que l'autre. Il avait d'ailleurs augmenté de 17^{gr} au bout d'un mois de régime, tandis que l'augmentation de poids de l'autre n'avait été que de 9^{gr}.

» Le cobaye au régime de l'eau n'a pas pu résister à ce jeune relatif; il est mort 4 ou 5 jours après la fin de l'expérience. L'autre vit encore à l'heure actuelle; il s'est parfaitement remis.

» Si les résultats de ces expériences ne permettent que de présumer

l'utilité du vin pour l'organisme animal, ils sont du moins suffisants pour affirmer que l'usage quotidien du vin, même à dose relativement forte, n'est pas défavorable. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Luminescence obtenue avec certains composés organiques.* Note de M. **Raphael Dubois.**

« C'est à Callaud, pharmacien à Annecy, que revient le mérite d'avoir, en 1821, constaté le premier la luminescence du sulfate de quinine qui a été chauffé. Pelletier ([1]), en 1821, a répété les expériences de Callaud, en les complétant, et a observé que le sulfate de cinchonine jouissait de la même propriété. C'est en s'inspirant des expériences de Callaud et de Pelletier que Radzizewski, ainsi qu'il l'a lui-même déclaré, arriva à provoquer la luminescence de certains corps organiques en les chauffant avec la potasse alcoolique. Il put même produire la luminescence à froid, avec la lophine.

» J'ai reconnu moi-même qu'un grand nombre de composés organiques, appartenant à des familles chimiques différentes, mais non signalés par Radzizewski, deviennent lumineux, à chaud, en présence de la potasse alcoolique : la liste en sera donnée d'autre part.

» J'ai pu, en outre, obtenir la luminescence, à froid, avec quelques produits organiques non connus comme photogènes.

» Tels sont entre autres : les essences de camomille, de romarin, de cumin, d'*illicium anisatum*. L'essence de rose (roséol) brille aussi à froid avec la potasse alcoolique, ce qui permet de la distinguer de l'essence de géranium et de celle de pélargonium. On pourrait peut-être ainsi arriver à distinguer certaines falsifications fréquentes, par un essai photométrique. Toutefois, il faudrait se mettre en garde contre quelques causes d'erreur; ainsi, l'essence de térébenthine, qui ne brille pas à froid avec la potasse alcoolique, donne une luminescence faible et fugitive quand elle est très ancienne, déjà partiellement oxydée. Enfin, il faut, pour obtenir l'optimum de luminescence, des concentrations variées de la solution alcoolique d'alcali caustique. Il faut aussi être bien certain de la qualité du corps essayé ([2]).

([1]) *Journal de Pharmacie*, n° 7, p. 579; 1821.

([2]) C'est à l'obligeance de M. Florence, professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon, que je dois d'avoir pu opérer sur une quantité considérable de principes immédiats bien définis; je lui adresse ici tous mes remercîments.

» Mais, de tous les corps essayés, il n'en est aucun qui m'ait donné de plus beaux résultats que l'esculine, qui pourtant ne rentre pas dans la catégorie des corps étudiés par Radzizewski. Ce glucoside fournit avec la potasse alcoolique une luminescence aussi belle que celle du mucus de la pholade dactyle; mais, tandis que la luminescence de ce dernier est immédiatement éteinte par l'alcool fort et activée par l'eau, la lumière de la liqueur alcoolicopotassique d'esculine est instantanément supprimée par l'addition d'eau.

» Les corps *fluorescents* sont très rares chez les animaux et les végétaux; or, il est intéressant de faire remarquer que l'esculine jouit, en même temps, de la fluorescence et de la luminescence par oxydation, et de rapprocher ce fait de cet autre, à savoir que j'ai, en 1886, signalé dans les *organes* lumineux du pyrophore noctiluque une substance fluorescente que j'ai appelée la *pyrophorine* (¹) et dont la fluorescence est éteinte par l'acide acétique et ranimée par l'ammoniaque. Une solution alcoolicopotassique d'esculine peut donner pendant toute une nuit une belle luminescence, qui s'accroît beaucoup quand on l'agite au contact de l'air. Son intensité éclairante varie avec la pureté du produit employé et, encore ici, l'essai photométrique pourrait permettre d'évaluer la qualité de l'esculine.

» Ces résultats sont curieux au point de vue scientifique, mais pour la production pratique de l'éclairage par la *lumière froide*, ils sont inférieurs, et de beaucoup, à ceux que j'ai obtenus avec les bouillons liquides de photobactéries marines. »

PHYSIOLOGIE. — *Le globule rouge nucléé se comporte à la façon de la cellule végétale, au point de vue de l'osmose, vis-à-vis de l'urée en solution.* Note de M. **R. Quinton**, présentée par M. Edmond Perrier.

« 1. Le globule rouge anucléé n'offre aucune résistance à la pénétration de l'urée dans son protoplasma; il lui est immédiatement perméable. Le globule rouge nucléé résiste à cette pénétration, à laquelle il ne cède que peu à peu.

» 2. Or, la cellule végétale (H. de Vries, Overton) et, très probable-

(¹) Voir *Les Élatérides lumineux* (*Bull. de la Soc. zool. de France*, p. 217, 1886) et *Leçons de Physiologie générale et comparée*, p. 361, Paris, Carré et Naud, 1898.

ment, la bactérie (Massart) présentent cette même résistance à la pénétration de l'urée. Au point de vue de la perméabilité du protoplasma à la molécule d'urée en solution, le globule rouge nucléé s'éloigne donc d'une façon imprévue du globule rouge anucléé, pour se rapprocher, au contraire, d'éléments très éloignés : cellule végétale et, sans doute, bactéries. — La vitalité cellulaire, marquée par la présence du noyau, serait-elle en jeu dans le phénomène?

» I. Dans une Note précédente de ce Volume, p. 347, j'ai établi que la molécule d'urée, incapable de faire équilibre au globule rouge anucléé, faisait équilibre au globule rouge nucléé. Toutefois, elle ne lui fait pas équilibre à la façon d'une molécule saline, dont l'action est en quelque sorte indéfinie, ainsi que les expériences suivantes l'établissent.

» Première série d'expériences. — Soit un tube à solution d'urée pure, dans leque du sang nucléé, mélangé une première fois à la solution par agitation, aura complètement déposé sans hématolyse. Agité de nouveau, le tube déposera, en donnant une hématolyse souvent totale.

» Deuxième série d'expériences. — Soient des tubes d'une hauteur suffisante pour que la chute des globules, jusqu'à l'extrémité inférieure du tube, demande un temps assez long pour s'accomplir. On remplit les tubes de solutions d'urée pure à différents titres; on ajoute une ou deux gouttes de sang nucléé et l'on mélange par agitation. L'observation montre, au bout de quelques heures, chaque tube divisé nettement en deux parties : la partie supérieure (celle occupée le moins longtemps par les globules), incolore, sans trace d'hématolyse; la partie inférieure, rouge, hématolysée. — Exemple, sang de *Galeus canis :*

Numéros des tubes.	Taux en urée pour 1000.	Épaisseur de la couche incolore supérieure.
	gr	mm
1	40	8 environ
2	56	13 »
3	72	20 »
4	88	30 »
5	104	45 »
6	120	50 »

» Aux concentrations de 180 à 360 pour 1000, l'urée est rapidement hématolysante.

» L'examen microscopique confirme l'observation : dans une solution d'urée pure, hématies nucléées d'abord intactes, ou presque, s'altérant peu à peu, abandonnant enfin leur hémoglobine au bout de temps variables, selon l'espèce animale et le taux de la concentration.

» Troisième série d'expériences. — Soient des tubes contenant des solutions d'urée

pure à différents titres. On ajoute une ou deux gouttes de sang nucléé, on agite, puis on centrifuge chaque tube au bout de temps divers. Le dépôt par centrifugation s'effectue d'abord sans hématolyse, puis, au bout de temps croissants, pour un titre égal d'urée, avec une légère, puis une plus forte hématolyse. — Temps maxima observés, sans hématolyse, pour le sang d'oiseau, pour des concentrations respectives d'urée de 10, 45, 90, 180 pour 1000 : 1, 15, 60, 40 minutes. Aux concentrations de 240, 360 pour 1000, hématolyse rapide. (Centrifugation à 2300 tours à la minute; durée de la centrifugation 3 à 6 minutes.)

» Ainsi, l'urée ne fait équilibre au globule rouge nucléé que pendant un temps déterminé. Comme nous savons par les travaux déjà cités de Gryns et d'Hedin que le pouvoir d'équilibre d'un corps en solution vis-à-vis d'une cellule est lié à la perméabilité ou à la non-perméabilité de la cellule pour ce corps, il résulte de toutes les expériences qui précèdent (tant de cette Note que de la précédente) : « Le globule rouge anucléé n'offre aucune » résistance à la pénétration de l'urée, il lui est immédiatement per- » méable; le globule rouge nucléé résiste à cette pénétration, à laquelle il » ne cède que peu à peu. »

» II. Or, cette propriété du globule rouge nucléé vis-à-vis de l'urée est exactement celle de la cellule végétale vis-à-vis de la même substance (Hugo de Vries, 1889, *Botan. Zeit.*, t. XLVII, p. 309-315, 325-334; Overton, 1895, cité par Hedin, *Arch. gesamm. Physiol.*, 1897, t. LXVIII, p. 334-336); une solution d'urée suffisamment concentrée détermine d'abord, sur la cellule végétale, une plasmolyse, qui rétrograde ensuite et s'efface peu à peu. Massart (1889, *Arch. de Biol.*, t. IX, p. 515) paraît avoir observé sur les bactéries un phénomène analogue : l'urée repousse celles-ci, non pas à la concentration prévue par le calcul (si l'on applique à l'urée les calculs valables pour les sels), mais à des concentrations toujours supérieures et très variables.

» Ainsi, le globule rouge nucléé s'éloigne d'une façon imprévue du globule rouge anucléé, pour se rapprocher d'éléments tout à fait éloignés : cellule végétale et, sans doute, bactéries. Comme entre ces trois éléments disparates, la présence du noyau est le seul caractère qui paraisse commun, une question se pose d'elle-même : « La vitalité cellulaire, marquée par la » présence du noyau, serait-elle en jeu dans le phénomène? La résistance » de la cellule aux actions physiques extérieures ne relèverait-elle pas » pour une part de sa vitalité? »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'absorption du phosphate monocalcique par la terre arable et l'humus.* Note de M. J. **Dumont**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Tous les sols ne possèdent pas à un égal degré la propriété de fixer les phosphates solubles. C'est ce qui ressort nettement des essais que j'ai effectués.

I. — *Absorption du phosphate monocalcique par la terre arable* (¹).

Terre fine et sèche........................ 50gr
Acide phosphorique introduit............... 0gr,815

Désignation des terres.	Acide phosphorique absorbé (en P^2O^5) après :							
	Deux heures.	Un jour.	Deux jours.	Trois jours.	Quatre jours.	Cinq jours.	Huit jours.	Quinze jours.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Tourbe de Palluel (Nord).........	0,337	0,430	0,492	0,526	0,588	0,600	0,640	0,660
Tourbe de Brunémont (Nord)......	0,409	0,483	0,535	0,542	0,553	0,565	0,623	0,625
Tourbe d'Abbeville (Somme)......	0,378	0,465	0,576	0,623	0,640	0,658	0,658	0,660
Compost phosphaté...............	0,199	0,247	0,299	0,308	0,325	0,352	0,355	0,440
Terre de bruyères (Creuse).......	0,195	0,273	0,342	0,345	0,378	0,430	0,455	0,465
Terre franche (Nord).............	0,080	0,083	0,085	0,087	0,105	0,133	0,178	0,187

» Ainsi, des sols humifères inégalement riches en carbonate de chaux absorbent, dans les mêmes conditions d'expérience, une quantité de phosphate notablement supérieure à celle qui peut être fixée par les sols ordinaires.

» Pour bien mettre en évidence le rôle absorbant de l'humus, j'ai étudié comparativement la fixation de l'acide phosphorique par les mêmes sols calcinés et par l'humus fraîchement précipité. Voici d'abord les résultats obtenus en opérant sur les cendres provenant de l'incinération de 50gr de tourbe sèche et tamisée :

(¹) J'ai opéré sur 50gr de terre sèche, passée au tamis de 1mm. J'ai ajouté ensuite 350cc d'une solution de phosphate monocalcique contenant 0gr,815 d'anhydride phosphorique. Après agitation et repos, les dosages ont été effectués sur 20cc de liquide. L'acide phosphorique, précipité à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, a été dosé ensuite par la méthode volumétrique de Joulie avec une liqueur titrée d'urane. On a opéré dans tous les cas sur un volume total de 70cc et l'on a fait les corrections après lecture.

II. — *Absorption du phosphate monocalcique par la terre calcinée.*

cide phosphorique introduit : $0^{gr},815$.

Désignation des terres.	Acide phosphorique absorbé après :						
	2 heures.	1 jour.	2 jours.	3 jours.	4 jours.	5 jours.	8 jours.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Tourbe de Brunémont.......	0,274	0,340	0,554	0,604	0,708	0,716	0,813
Tourbe d'Abbeville.........	0,166	0,494	0,578	0,726	0,770	0,788	0,814
Terre de bruyères..........	0,180	0,264	0,344	0,394	0,430	0,470	»

» On remarquera que l'absorption du phosphate, après deux heures, diffère sensiblement pour les terres calcinées et non calcinées. Dans tous les cas, la disparition de l'humus abaisse considérablement le *coefficient d'absorption* :

Pour la tourbe de Brunémont, il descend dans le rapport de **50** à **33**;
» d'Abbeville, » » **46** à **20**;
Pour la terre de bruyères, » » **24** à **22**.

» Avec la terre de bruyères, la différence n'est pas très grande, en raison de la faible proportion d'humus que ce sol contient.

» Il convient de remarquer, en outre, qu'après un contact prolongé le phénomène change de sens : l'absorption est plus considérable avec les tourbes calcinées; la rétrogradation y est complète, en effet, au bout de huit jours. Il semble donc que la présence des matières organiques ait pour conséquence de ralentir, d'atténuer cet important phénomène.

» Dans quelle limite interviennent le calcaire et l'humus? L'analyse des terres donne :

	Tourbe de Palluel.	Tourbe de Brunémont.	Tourbe d'Abbeville.	Terre de bruyères.	Terre franche.
Matières organiques pour 100...	54,92	75,48	82,30	18,46	6,2
Carbonate de chaux » ...	17,07	12,46	8,36	traces	3,98

» Visiblement, si l'humus agissait seul, c'est la tourbe d'Abbeville, la plus riche en matières organiques, qui absorberait le maximum d'acide phosphorique; en réalité, c'est celle de Brunémont qui vient en première ligne. Il en résulte que le *coefficient d'absorption* de ces sortes de sols ne dépend pas exclusivement des doses respectives d'humus ou de calcaire, mais plutôt du rapport suivant lequel ces éléments sont associés. On trouve en effet :

	Rapport de l'humus au calcaire.	Rapport de l'acide phosphorique absorbé à l'acide phosphorique total. Terre normale.	Terre calcinée.	Différences.
Tourbe de Palluel	$\frac{3,22}{1}$	41,35	32,50	8,85
Tourbe de Brunémont..	$\frac{6,05}{1}$	50,18	33,62	16,56
Tourbe d'Abbeville	$\frac{9,84}{1}$	45,70	20,40	25,30

» Avec l'humus fraîchement précipité, l'absorption, pour être moins grande, est encore assez sensible.

III. — *Absorption du phosphate monocalcique par l'humus fraîchement précipité.*

Poids d'humus.	Acide phosphorique absorbé par l'humus.	par rapport à l'acide phosphorique total.
gr 0,960	gr 0,021	gr 10,5 pour 100
1,030	0,025	12,5 »
1,110	0,030	15,0 »
1,215	0,032	16,0 »
1,320	0,036	17,0 »
1,800	0,057	28,5 »

» Le coefficient d'absorption, relativement élevé dès le début, ne paraît pas augmenter sensiblement avec le temps de contact. Il varie, suivant le poids de matière employée, de 10 à 28 pour 100. Avec le calcaire pur (5^{gr} pour 50^{cc} de solution de phosphate contenant $0^{gr},200$ d'anhydride phosphorique) il est, après deux heures, de 30 pour 100 environ.

» Il ressort de ces différents essais :

» 1° Que, dans les sols humifères, la fixation de l'acide phosphorique n'est pas due exclusivement à la rétrogradation;

» 2° Que la proportion de phosphate absorbé n'est pas proportionnelle à la richesse en calcaire, mais à la grandeur du rapport de l'humus au calcaire;

» 3° Que les terres de bruyères, malgré leur pauvreté en chaux, fixent des quantités notables d'acide phosphorique;

» 4° Que l'abondance de l'humus atténue sensiblement la rétrogradation. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations relatives à la propagation dans les pommeraies du* Nectria ditissima. Note de M. **Descours-Desacres**, présentée par M. Prillieux. (Extrait.)

« Les analogies relevées entre le mal du cancer chez l'animal et la maladie du chancre sur l'arbre, la similitude annoncée entre le parasite du cancer humain et le champignon du chancre de certains arbres, pommiers, etc., permettent de dire que le mode de transmission du chancre du *Nectria ditissima* intéresse tout à la fois la physiologie végétale et la physiologie animale.

» Les observations suivantes, qui portent toutes sur le chancre du *Malus communis*, ont été faites dans une pépinière contenant près de cent mille sujets et pendant une longue période; elles offrent une garantie particulière de contrôle. Ces observations confirment les travaux scientifiques déjà publiés sur le *Nectria ditissima* et les complètent peut-être sur quelques points.

» A. — 1. L'apparition du chancre du *Nectria ditissima* sur un arbre sain est le plus souvent *précédée* de l'apparition du puceron lanigère, *Aphis Lachnus-Erisconia*, sur les branches ou sur les racines du sujet.

» 2. La présence du puceron lanigère, qui est presque toujours suivie, sur un sujet, de l'apparition du chancre *quand il existe des chancres sur les arbres environnants*, n'est pas, au contraire, suivie de cette apparition, *s'il n'existe pas de pommiers chancreux dans les environs*.

» 3. L'apparition du chancre, à la suite de l'apparition du puceron lanigère, semble infaillible si le sujet envahi par le puceron est porteur d'une plaie et s'il se trouve dans un quartier contaminé.

» 4. Tous les chancres examinés par nous sur le *Malus communis* étaient infectés de *Nectria ditissima*.

» 5. Ces observations ont donné lieu à différentes expériences :

» Une colonie de pucerons lanigères, provenant d'un arbre chancreux, a été amenée sur un sujet sain dans un quartier non contaminé; la colonie, établie au voisinage de plaies intentionnelles, s'est portée, en partie, sur ces plaies. *Les plaies sont devenues chancreuses*.

» Une colonie provenant d'un arbre sain dans un quartier sain a été amenée en contact avec des plaies intentionnelles sur un sujet sain dans un

quartier sain. Les plaies *en général* ne sont pas devenues chancreuses.

» Ces expériences ont été renouvelées.

» Le puceron lanigère, qui est un agent actif de transmission du chancre sur le pommier, semble donc ne pas préparer seulement sa voie au *Nectria ditissima,* mais bien *ensemencer lui-même,* par l'*apport de mycelium* ou de *spores de Nectria,* les plaies faites par lui ou la plaie accidentelle sur laquelle il s'est établi.

» B. — Il paraît intéressant de retenir ici, à propos du traitement du chancre, que :

» La nicotine, le tannin et l'acide tannique ont été les remèdes le plus efficacement employés par nous. La solution était employée après ablation complète de la partie malade ; un pansement maintenait la plaie fraîche à l'abri de tout contact. L'emploi de l'acide tannique a donné des résultats particulièrement intéressants. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la province pétrographique du nord-ouest de Madagascar.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Dans une Communication antérieure, en décrivant des granites et des syénites (à ægyrine et riebeckite), et des teschénites, provenant de la baie de Passindava, sur la côte nord-ouest de Madagascar, j'ai fait remarquer [1] que ces roches semblaient indiquer l'existence, dans cette région, d'une province pétrographique tout à fait remarquable.

» M. Villiaume a bien voulu me communiquer une nouvelle collection de roches que, sur ma demande, il vient d'y recueillir méthodiquement. Les roches faisant l'objet de cette Note proviennent de la pointe de Lokobé (au sud de Nossi-Bé), de l'île de Nossi-Comba et de nombreux affleurements dominant la côte orientale et méridionale de la baie de Passindava. Elles se trouvent au milieu de formations gréseuses et calcaires appartenant au lias supérieur, qu'elles métamorphisent, les transformant en cornéennes à anorthite, pyroxène, wollastonite et sphène et en cornéennes rubanées dont les grains de quartz clastique sont enveloppés de pyroxène néogène. Les nombreux types pétrographiques qui vont être rapidement passés en revue appartiennent aux *granites, syénites, syénites néphéliniques, teschénites, gabbros, augitites;* ils présentent tous, comme

---

(1) *Comptes rendus,* 7 mai 1900.

caractéristique commune, une amphibole brune alumineuse et sodique du groupe de la *barkévicite*.

» Le *granite à barkévicite* (Lokobé) possède une structure miarolitique; ses feldspaths sont constitués par de l'orthose sodique et de l'anorthose, avec microperthite d'albite; le quartz est en partie sous forme pegmatique, il existe un peu d'andésine et de biotite.

» Les *syénites* et les *syénites néphéliniques* constituent deux séries parallèles et passant l'une à l'autre; elles présentent toutes deux l'anorthose comme feldspath dominant, mais diffèrent l'une de l'autre par la présence ou l'absence de la néphéline et de la sodalite, ainsi que par leur structure; celle-ci est franchement grenue dans la syénite, alors que dans la syénite néphélinique les feldspaths sont aplatis suivant g^1. Toutes deux offrent un type pauvre en barkévicite et un autre, au contraire, très amphibolique et riche en apatite. Le terme basique de la syénite (type *umptekite*) contient parfois un peu de biotite, d'augite verte, et enfin de plagioclases atteignant l'andésine basique. Dans la syénite néphélinique normale, le pyroxène et les plagioclases ne se trouvent (par endomorphisme) qu'au voisinage de petites enclaves de cornéennes à pyroxène, grossulaire, idocrase et plagioclases très zonés (anorthite au centre, types acides sur les bords).

» Les syénites néphéliniques renferment de nombreuses enclaves homéogènes; les unes sont des syénites néphéliniques pegmatoïdes, riches en grands cristaux de barkévicite, d'augite et d'apatite (les Deux-Sœurs). Les autres sont au contraire à éléments plus fins; leurs feldspaths, ayant la forme de très gros microlites, sont constitués par de l'orthose ou de l'oligoclase-albite; ils sont moulés par de la néphéline et de la sodalite; la barkévicite accompagnée d'un peu de biotite et de pyroxène constitue près de la moitié de la masse. Enfin, il existe çà et là de grands cristaux de bytownite et de petites taches globuleuses, rappelant les cristaux de pseudoleucite des syénites leucitiques de l'Arkansas; elles sont constituées par des lames d'anorthose englobées ophitiquement par un grand cristal de néphéline ou de sodalite. Ces roches sont à rapprocher des *malignites* et des *shonkinites*, sans leur être identiques.

» Les *teschénites* de l'ouest de la Zongoa ne se distinguent pas extérieurement des types mélanocratiques des syénites, elles en diffèrent par leur richesse en augite et par la prédominance des plagioclases basiques qui remplacent peu à peu les feldspaths alcalins. De plus, la structure se rapproche de celle des diabases, et il est probable qu'il existe des variétés franchement microlitiques de ces roches. Les teschénites n'évoluent cependant pas toutes dans cette direction. A Nossi-Comba, en effet, se trouvent des teschénites extrêmement riches en néphéline et en sodalite; leur structure est au plus haut point grenue. Les éléments colorés (barkévicite, augite, biotite, associées pœcilitiquement) dominent; il n'existe plus que rarement des feldspaths alcalins. Les feldspaths sont basiques, très zonés (bytownite à oligoclase); ils sont çà et là englobés ophitiquement par d'énormes plages de barkévicite. La disparition progressive, mais généralement totale, de la néphéline et de la sodalite conduit à des *gabbros à barkévicite* du type *essexite* qui peuvent être riches en olivine. Enfin, çà et là ces roches renferment des enclaves de cornéennes à pyroxène.

» Peut-être faut-il considérer comme forme microlitique de ces gabbros, les labradorites augitiques, amphiboliques et micacées (*camptonites?*), dont les filons minces abondent entre la Zoangoa et Ambodimadiro.

» Enfin, le dernier terme de cette série est une *augitite* amphibolique à analcime (*monchiquite*) (entre Ankaramy et les Deux-Sœurs).

» Cet exposé montre combien est net l'air de famille de la série continue de roches qui constitue la province pétrographique de Nossi-Bé-Passindava; elle est caractérisée par les types les plus variés de roches grenues, riches en alcalis; cette conclusion se précise encore quand on considère en outre les roches microlitiques qui les accompagnent. Des *trachytes* sodiques à anorthose et des *phonolites* néphéliniques, en effet, existent au nord d'Ankaramy (filons?); parmi les roches volcaniques récentes de Nossi-Bé, on rencontre bien quelques basaltes feldspathiques, mais les types dominants paraissent être des *néphélinites* et des *téphrites à olivine;* des *leucitites à olivine* existent dans la partie occidentale de l'île et sur la grande terre, au sud d'Ambato.

» Il reste à déterminer les relations mutuelles des différentes roches qui viennent d'être passées en revue et à délimiter l'extension de cette nouvelle province pétrographique à roches riches en alcalis, qui doit prendre place parmi les plus remarquables de celles qui, depuis quelques années, attirent l'attention des pétrographes. Il est probable qu'elle se prolonge plus à l'Ouest (une *phonolite néphélinique* à ægyrine et amphibole se trouve dans l'île d'Antsao, près de Bavatobé), plus au Sud (M. Baron a signalé une *syénite néphélinique* et une *phonolite* dans la région du mont Bezavona, au sud-ouest d'Ankaramy), et enfin plus au Nord-Est (j'ai entre les mains des *phonolites* très ægyriniques, du type *tinguaite*, provenant des environs de Diégo-Suarez). »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Sur une masse de fer métallique qu'on dit être tombée du ciel, au Soudan, le 15 juin 1900.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Au mois de novembre dernier, M. H. Minod m'adressa, de Genève, des fragments d'une substance métallique qui lui était parvenue comme météorite. Il les avait détachés d'une masse de $37^{kg},750$, dont il a bien voulu m'adresser le moulage et d'excellentes photographies. D'après les documents recueillis, ce bloc serait tombé du ciel le 15 juin 1900, en creusant

dans le sol desséché un trou de plus de 1^{m} de profondeur, à N'Goureyma, province de Macina, au Soudan ([1]).

» La forme extérieure de la masse métallique est celle d'une plaque très irrégulière de 58^{cm} de longueur maxima et dont la largeur est très variable, depuis 4^{cm} à une extrémité, jusqu'à 29^{cm} vers les $\frac{3}{4}$ de la longueur. L'épaisseur est de 5^{mm} à l'extrémité la plus étroite et elle atteint 10^{cm} dans la région la plus large. Les deux faces de cette plaque diffèrent beaucoup l'une de l'autre. Celle qui est de beaucoup la plus accidentée se divise, au premier coup d'œil, en deux régions juxtaposées : une calotte représentant un peu moins d'un quart de sphère assez régulière, et une partie couverte de bosselures. La calotte est chargée de stries rayonnant d'un point situé sur l'un de ses bords, juste au maximum d'épaisseur du bloc. Les stries divergentes rappellent très exactement celles que l'on voit sur la face d'avant ou *avers* de beaucoup de météorites; elles militeraient, par conséquent, en faveur de l'origine cosmique de la masse. Ces sillons sont dus au rapide passage des filets d'air chargé de poussière, contre la face du projectile durant son trajet atmosphérique; on peut les imiter en plongeant des fragments de craie dans l'acide chlorhydrique : l'effervescence violente donne lieu à des filets qui laissent très rapidement leur trace sous la forme de sillons dont la ressemblance avec ceux qui nous occupent est des plus instructives. Pour le bloc de N'Goureyma, il faut ajouter que des sillons pareils à ceux de la partie sphéroïde se montrent sur les diverses régions de la partie bossuée de la même face, et que ces stries irradient du même pôle que celles de la calotte. Nous devons en conclure que ce point de divergence commune était bien l'avant du projectile durant son trajet : il est certain toutefois qu'on obtiendrait la même disposition en dégageant des gaz érosifs en un point d'une surface métallique, comme par l'explosion d'une cartouche de dynamite; à cet égard, il faut ajouter que le *revers* du bloc étudié présente des stries beaucoup moins nombreuses et moins régulièrement coordonnées. Si l'on suspend à un fil un morceau de craie pour le plonger dans l'acide, on trouve que, si sa surface inférieure prend les caractères de notre avers, la face supérieure, au contraire, où les tourbillonnements du liquide sont très différents des courants simplement ascendants, est ressemblante à notre revers. Quant aux cupules à formes arrondies qui se présentent sur les deux faces du bloc, sauf dans la région sphéroïde, on voit une fois de plus et par comparaison avec ce que donne la craie, qu'elles représentent le simple émoussement de cassures primitivement anguleuses : en deux points, ces cupules sont assez profondes pour avoir déterminé la perforation du bloc.

» Malgré son étrangeté, la plaque de N'Goureyma n'est pas sans analogie parmi les météorites : on la rapproche naturellement de la masse *en bouclier*, tombée le 27 mars 1886, à Cabin Creek (Arkansas).

» En plusieurs points de la surface du fer de N'Goureyma, on voit des

---

([1]) N'Goureyma est situé à l'ouest de Djenné, à 26^{km} de la rive gauche du Niger et un peu au nord de Kaakourou, qui est le port de Djenné.

restes d'un enduit noir et brillant, ressemblant à l'écorce dont toutes les météorites sont enveloppées. Non seulement on peut reconnaître cette croûte sur les photographies, mais plusieurs des fragments qui me sont parvenus en portent des lambeaux très évidents, et j'ai pu l'examiner de très près. Elle est constituée en majeure partie par de l'oxyde de fer magnétique et elle ne diffère par aucun caractère sensible de la croûte du fer de Braunau, à laquelle, en ayant sous la main, je l'ai soigneusement comparée.

» Le fer constituant le bloc est très compacte et bien malléable. La cassure produite par arrachement est fibreuse, presque schisteuse; elle a un éclat spécial, rappelant celui de certaines fontes truitées. Le métal, qui se raye aisément au canif, prend un beau poli et l'on constate alors qu'il contient des substances étrangères sous la forme d'inclusions noires, dont les sections sont contournées à la façon de caractères arabes.

» La densité d'un fragment très propre pesant $4^{gr},130$ et portant un très petit lambeau de croûte sur l'une de ses faces, a été trouvée égale à 7,31.

» Le métal est remarquable par sa faible solubilité dans les acides. A froid, la solution dans l'acide chlorhydrique se fait avec une extrême lenteur; après plus de dix-huit heures, le fragment de $4^{gr},130$ avait encore conservé sa forme et son volume primitif; à l'ébullition, la dissolution s'est faite en une demi-heure.

» Sous l'action de l'acide chlorhydrique, une surface polie s'est ternie lentement, des bulles d'hydrogène se sont dégagées et le liquide s'est chargé de fer, mais je n'ai pas vu se dessiner de figures de Widmannstætten. Il serait intéressant de rechercher si, dans sa partie épaisse, le bloc n'a pas une structure différente de celle de sa partie mince, seule étudiée jusqu'ici.

» L'analyse a été réalisée sur le petit fragment de $4^{gr},130$, déjà employé pour la mesure de la densité; les résultats ont été vérifiés sur différentes prises, qui ont été traitées de façons diverses suivant les cas. J'ai commencé par rechercher les substances insolubles et j'ai constaté qu'elles représentent 0,169 pour 100 du poids total. Ces matières sont surtout constituées par du graphite en petites lamelles et en petites fibres réunies en paquets. Au microscope, on y reconnaît en outre d'assez nombreux grains lithoïdes incolores, dont beaucoup sont très actifs sur la lumière polarisée et se colorent très brillamment entre les nicols croisés. Une petite quantité de la matière charbonneuse a été spécialement traitée pour la recherche du phosphore, dont la rencontre conduit à supposer la présence de la schreibersite ou d'un phosphure analogue.

» Pendant la dissolution, on a constaté très nettement le dégagement de l'hydrogène sulfuré, et un petit fragment dissous spécialement dans l'eau régale a donné un précipité de sulfate de baryte correspondant à 0,052 pour 100 de protosulfure de fer.

» La recherche et le dosage du nickel ont donné dans une première analyse 6,81 pour

100 de ce métal et dans une seconde 7,50 pour 100; soit en moyenne 7,15 pour 100, les variations pouvant s'expliquer par une certaine hétérogénéité de la masse. J'ai reconnu des traces de cobalt et j'ai constaté l'absence du cuivre et de l'étain.

» En résumé, la composition du fer de N'Goureyma peut s'exprimer ainsi :

Fer	91,988
Nickel	7,150
Cobalt	Traces très sensibles
Sulfure de fer	0,052
Phosphure de fer, Grains silicatés, Graphite prépondérant	0,169
	99,359

» Il serait prématuré, tant qu'une large section ne sera pas faite dans le bloc, de chercher à déterminer le type lithologique dont il dépend. »

GÉOLOGIE. — *A propos des gisements de minerais de fer oolithiques de Lorraine et de leur mode de formation.* Note de M. **Georges Rolland**, présentée par M. Marcel Bertrand.

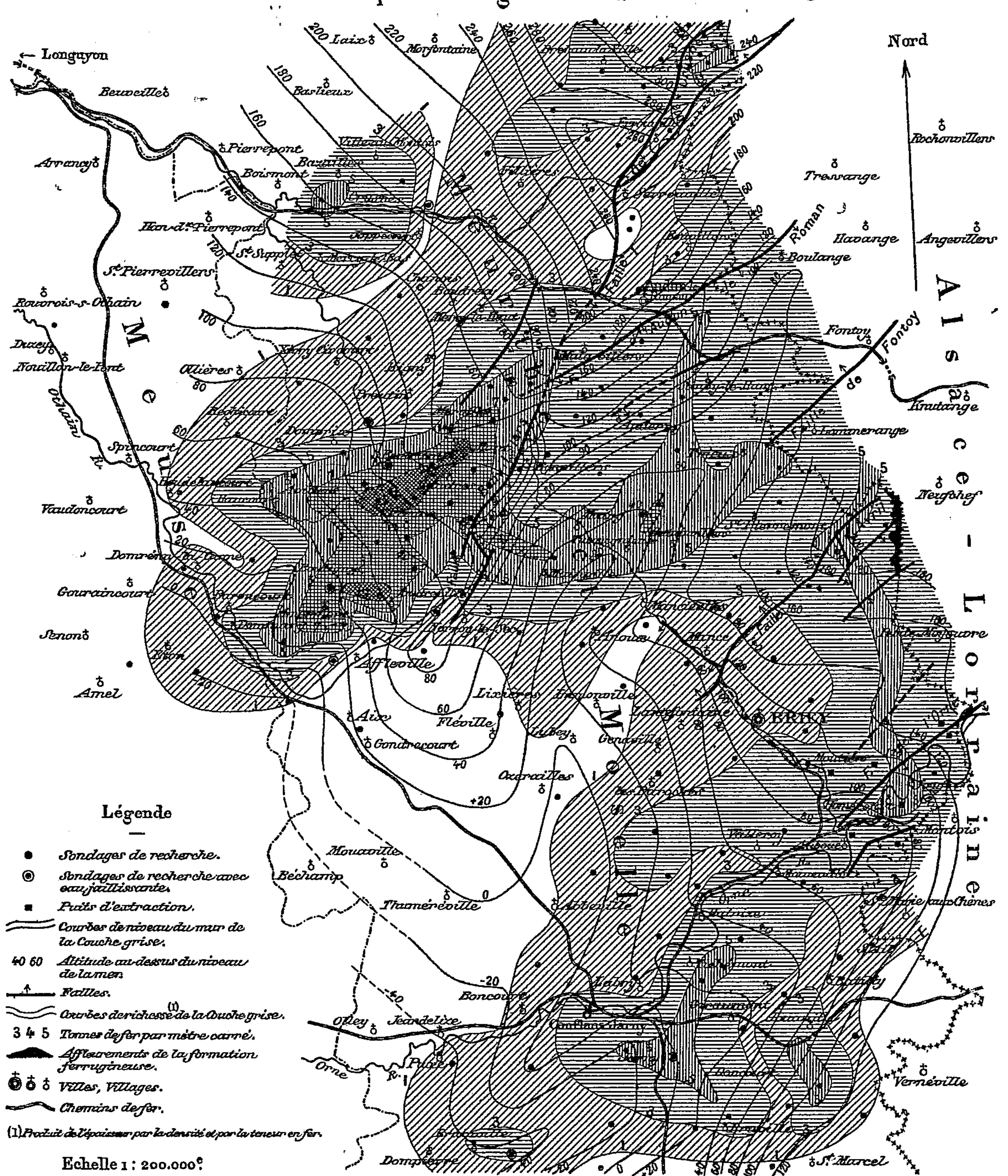
« Dans une Communication du 17 janvier 1898, j'ai décrit les traits caractéristiques des remarquables gisements de minerais de fer oolithiques de l'arrondissement de Briey (Meurthe-et-Moselle). J'y avais joint une première Carte de la topographie souterraine de ces gisements [1]. Je rappelle qu'ils se placent en haut du Lias supérieur et comprennent plusieurs couches de minerais, dont la principale et la plus régulière est la *couche grise*.

» Je voudrais aujourd'hui examiner brièvement le mode de formation des minerais de fer oolithiques en question et des minerais analogues.

» M. F. Villain, ingénieur des mines à Nancy, au cours d'une conférence très documentée (27 juin 1900) devant la Société industrielle de l'Est, a cherché à l'expliquer par la théorie des *failles nourricières*. Prenant comme exemple la couche grise, il admet que le relief du fond de la mer liasique, au moment de son dépôt, affectait déjà une configuration se rapprochant sensiblement de celle que nous trouvons actuellement au mur de cette couche. Il suppose que des sources ferrugineuses débouchaient dans le fond de la mer en certains points des failles qui sillonnent la contrée, etc. D'où

(1) Réduction de celle que je préparais pour la Carte géologique de France et qui vient de paraître sur les feuilles de Metz et de Longwy.

Gisements des minerais de fer oolithiques
DU BASSIN DE BRIEY
Topographie souterraine et Essai sur la répartition de la richesse en fer
par Mr Georges Rolland.



formation de dépôts ferrugineux, d'allure lenticulaire, sur les parties déclives ou situées en contre-bas des points d'émission, etc.

» Mais cette théorie ne cadre guère avec les idées régnantes en Géologie, où le mode de formation geysérienne est peu en faveur pour de semblables gisements ferrugineux, surtout depuis les observations de M. Munier-Chalmas sur les bords du Plateau Central. Les minerais de fer oolithiques sont considérés comme sédimentaires et contemporains des couches qui les renferment, comme des formations littorales dont les divers matériaux étaient apportés par des eaux continentales dans des estuaires maritimes; leurs oolithes ferrugineuses ont dû être formées (à la manière des oolithes calcaires) par la précipitation du carbonate de fer en dissolution dans les eaux marines; les sels qui leur ont donné naissance provenaient des continents voisins et résultaient soit de la décomposition de pyrites de fer, soit de la décalcification de calcaires ferrugineux.

» Il est invraisemblable que la topographie actuelle de ces couches souterraines représente les reliefs du fond de la mer contemporaine de leur dépôt; elles doivent plutôt s'être déposées horizontalement ou à peu près, leurs variations d'épaisseurs s'expliquant par des affaissements locaux, par des mouvements de descente plus rapide en certains points du bassin, ainsi que M. Munier-Chalmas l'a montré pour le bassin de Paris (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 955). Les plissements synclinaux et anticlinaux à faible courbure que présente actuellement l'ensemble de la formation sont dus à des modifications d'équilibre bien postérieures. Les failles qui affectent les minerais, en même temps que le Bajocien et le Bathonien superposés, sont d'âge sans doute tertiaire et en tout cas post-jurassique; elles peuvent avoir joué à des époques successives, mais jamais l'on n'a démontré stratigraphiquement leur préexistence.

» A l'appui de sa thèse, cependant, M. Villain donne une série d'arguments basés sur la répartition des minerais; mais sa démonstration est loin d'être générale. De mon côté, je me suis proposé, sur le conseil de M. Marcel Bertrand, d'étudier méthodiquement leur mode de distribution, afin de voir s'il s'en dégage vraiment un semblant de loi. J'ai considéré aussi une phase déterminée, savoir celle qui correspond au dépôt de la *couche grise*. Avec les renseignements que M. Villain lui-même a eu l'obligeance de me communiquer, j'ai tenu compte, à chaque sondage, de son épaisseur et de sa teneur moyenne en fer, et j'ai pu tracer les courbes approximatives d'égales *épaisseurs*, d'égales *teneurs* et d'égales *richesses* totales; puis j'ai appliqué successivement ces trois genres de courbes sur la Carte où figuraient déjà les courbes d'*altitudes* du *mur de la couche*, ainsi que les *failles*.

» Or, à l'inspection de ces cartes comparatives, on ne voit pas que ni l'épaisseur, ni la répartition du fer offrent aucune relation générale, régulière, ni avec la topographie souterraine, ni avec l'emplacement des failles. Les variations d'épaisseur montrent que, pendant le dépôt des minerais, il s'est formé de petites cuvettes synclinales aux endroits où la descente du bassin était plus rapide, et il résulte de la superposition des courbes que la topographie ancienne était complètement différente de la topographie actuelle. D'autre part, les zones de plus grandes richesses semblent, règle générale, indépendantes des failles. A mon sens, les failles recoupent

d'une manière quelconque les gisements ferrugineux (soit dit sans contester que certaines puissent se placer en bordure de bassins locaux de plus grande épaisseur); les couches de minerais, quand elles sont recoupées par une faille avec dénivellation, doivent, en principe, se correspondre sur les deux lèvres de la cassure (sauf phénomènes d'enrichissement du côté abaissé, sous l'influence de la circulation des eaux souterraines).

» Que si l'on compare les courbes d'épaisseur et de teneur en fer, on trouve entre elles une concordance grossière, permettant de dire que le plus souvent l'épaisseur et la teneur varient dans le même sens d'une région à l'autre. Mais parfois on observe l'inverse, et il n'y a plus de relation quand on entre dans les détails; en effet, les oolithes ferrugineuses ayant dû être distribuées par des courants marins, on comprend que de légères variations dans l'intensité de ceux-ci aient amené par place une plus grande quantité de matières stériles, ou inversement.

» Ma conclusion générale est que ces minerais de fer oolithiques sont bien de nature sédimentaire et d'origine continentale. »

M. Œchsner de Coninck adresse une Note intitulée : « Quelques données sur le nitrate d'uranium. »

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 février 1901.

(*Suite.*)

Giornale dei Telegrafisti, revista mensile illustrata; anno 1, n° 1, gennaio 1901. Milan; 1 fasc. in-4°.

Annuaire de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1901. 77e année. Bruxelles, Hayez; 1 vol. in-12.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, pub. par la Société

hollandaise des Sciences à Harlem et rédigées par J. Bosscha; série II, Tome V. La Haye, 1900; 1 vol. in-8°.

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft; Jahrgang XXXIV (1901), n° 1. Berlin, 1901; 1 fasc. in-8°.

Sitzungsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; XXXIX-LIII. Berlin, 1900; 9 fasc. in-8°.

Iova Geological Survey, vol. X. *Annual Report* 1899, *with accompanyng papers.* Des-Moines, 1900; 1 vol. petit in-4°.

Annals of the New York Academy of Sciences; vol. XII, parts II and III. Lancastre, Pa., 1 vol. in-8°.

Transactions of the Academy of Science of St Louis; vol. IX, nos 6, 8, 9; vol. X, nos 1-8. Saint-Louis, 1900; 11 fasc. in-8°.

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1900; part II, Philadelphie, 1900; 1 vol. in-8°.

Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Ser. II, vol. XI, part III. Philadelphie, 1900; 1 fasc. gr. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 11 février 1901.)

Note de M. *Ribière,* Sur les voûtes en arc de cercle encastrées aux naissances :

Page 315, ligne 1 en remontant, *au lieu de* $\frac{i\pi}{\varphi_3}$, *lisez* $\frac{i\pi}{\varphi_1}$.

Note de M. *A. Lacroix,* Sur un nouveau groupe de roches très basiques :

Page 359, lignes 1 et 2, *supprimer* pyroxéniques et amphiboliques *et les rapporter* à la ligne 2 :

.... ces roches pyroxéniques et amphiboliques présentent ....

Page 360, ligne 1, *au lieu de* : *lisez* à.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr.

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Marche.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

chez Messieurs :

Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Co. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15 fr.**
Tomes 92 à 121. — (1er janvier 1881 à 31 décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... **15 fr.**

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I: Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15 fr.**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861 .... **15 fr.**

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

N° 7.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 18 février 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1901

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 8 (25 Février 1901).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 FÉVRIER 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Apparition d'une étoile nouvelle dans la constellation de Persée.* Note de M. Lœwy.

« J'ai l'honneur de signaler à l'Académie la découverte, dans la constellation de Persée, d'une nouvelle étoile très brillante, de couleur bleuâtre, dont l'éclat s'est accru d'une manière notable dans l'intervalle de deux jours.

» Elle a été aperçue, la première fois, de grandeur 2,7, par M. Anderson, auteur de nombreuses découvertes d'étoiles variables, à Édimbourg, le 21 février. Dans la soirée du 23 février, elle a été estimée par M. Robert, membre de la Société astronomique de France, à Saint-Jean-d'Angély, comme étant de première grandeur, supérieure à Rigel et inférieure à Sirius, et par M. Rossart, à l'observatoire de Toulouse, d'un éclat un peu supérieur à celui de la Chèvre.

» Il résulte donc de ces deux observations concordantes, faites le 23 février, que l'éclat du nouvel astre est bien supérieur à celui d'une étoile de première grandeur.

» Sa position approchée pour 1901,0 est la suivante :

$$\text{Æ} = 3^h 24^m 25^s, \qquad D = +43^\circ 34'.$$

» Les variations de l'intensité lumineuse des astres et des causes qui les produisent constituent un des problèmes les plus intéressants de l'Astronomie contemporaine. Il existe plusieurs centaines de corps célestes dont l'éclat subit de grandes variations dont la période est tout à fait déterminée actuellement.

» Pourtant, le nombre des astres qui ont brillé d'un éclat exceptionnel et qui n'ont conservé depuis qu'un éclat très faible ou même sont devenus tout à fait invisibles est très restreint.

» C'est à un phénomène de cette catégorie que nous devons peut-être le premier Catalogue de grandeurs d'étoiles. En effet, dans le courant de l'an 134 avant notre ère, Hipparque fut surpris par la présence, dans la constellation du Scorpion, d'une étoile brillante qu'il n'y avait jamais vue. D'après Pline, ce phénomène le décida à faire le dénombrement des étoiles visibles.

» Les deux faits les plus remarquables notés dans les annales de l'Astronomie ont été déjà signalés à l'Académie dans une autre circonstance ; ils se rapportent aux apparitions temporaires de deux étoiles, l'une vue par Tycho-Brahé en 1572 et l'autre par Képler en 1604, et qui, toutes les deux, après avoir brillé d'un éclat supérieur à celui de Jupiter, ont fini par devenir tellement faibles qu'il n'y a pas moyen aujourd'hui de les identifier.

» Une trace plus durable nous est restée de l'étoile découverte en 1866 par MM. Barker et Courbebaisse, dans la constellation de la Couronne; elle demeure visible encore aujourd'hui comme un astre de grandeur 9,5.

» Une dépêche de M. Rayet, arrivée au dernier moment, donne les renseignements sur le spectre de la nouvelle étoile :

« Spectre donne lignes brillantes, en particulier de l'hydrogène, et à grand écart dans le vert et le bleu. »

» A Paris, le ciel couvert n'a permis aucune observation. Le 26 février, observée à travers nuages, elle était bien inférieure en éclat à α Coolin (la Chèvre) et tout au plus de première grandeur.

« Février 19, invisible, plus faible qu'une étoile de onzième grandeur. PICKERING. »

AGRONOMIE. — *Études sur la valeur agricole des terres de Madagascar*, par MM. A. **Müntz** et E. **Rousseaux**.

« Aujourd'hui que la pacification de Madagascar est à peu près complète et que presque toutes les régions sont accessibles au colon européen, il importe de connaître la composition des terres de la Grande Ile, afin de diriger les efforts de la colonisation vers les points qui sont susceptibles d'être exploités. L'appréciation de l'avenir agricole d'un pays neuf repose sur des données complexes; les conditions climatériques et surtout le régime des eaux, la facilité des communications, le prix de la main-d'œuvre, etc., jouent un grand rôle. Mais un des facteurs les plus importants de la prospérité d'une région est la composition du sol, qui doit fournir les éléments nutritifs nécessaires à la production des récoltes. Les sols qui ne contiennent pas ces éléments en quantité suffisante ont peu de fertilité. On peut les exploiter dans les pays à civilisation agricole avancée, où les voies de communication sont nombreuses et où des engrais peuvent leur être donnés. Mais dans les pays neufs, c'est aux ressources existant dans le sol que l'agriculteur doit demander les principes fertilisants indispensables à la prospérité d'une exploitation, et le colon doit rechercher plus la richesse de la terre que l'étendue de la concession.

» L'étude que nous avons faite de plus de 500 échantillons de terre prélevés dans les diverses régions de l'île, apportera, à la détermination de sa valeur agricole, son contingent de données positives. Elle a été entreprise à la demande du général Galliéni, à qui revient une si large part dans l'impulsion donnée à l'organisation de la Grande Ile et à la recherche des ressources qu'elle offre à la colonisation.

» Lorsqu'il s'agit de déterminer le fonds de fertilité d'une région, c'est aux terres vierges, à celles qui n'ont pas été modifiées par la culture, qu'il faut s'adresser, car ce sont elles qui représentent le type des terrains et qui doivent servir de base aux appréciations générales.

» Cela est particulièrement vrai pour un pays où les terres incultes occupent les plus grandes surfaces, comme c'est le cas de Madagascar. Aussi avons-nous principalement tenu compte, dans nos appréciations, des terres prises dans leur état naturel.

» D'après les observations faites en Europe, et principalement en France, on sait, dans une certaine mesure, à quelle fertilité relative correspond

une teneur déterminée du sol en azote, acide phosphorique, potasse, chaux, etc. Les mêmes règles s'appliquent-elles à des climats différents? Nous avons fréquemment observé qu'il n'en est pas tout à fait ainsi, et qu'à égalité de richesse en éléments nutritifs, les terres des régions tropicales sont plus fertiles que celles des régions tempérées, en d'autres termes, qu'on ne peut pas appliquer le même coefficient de fertilité à des terres de même composition, prises dans des situations de climat différentes. Aussi avons-nous interprété les résultats de l'analyse des sols de Madagascar avec moins de sévérité que s'il s'était agi des sols de la France. Mais il n'en est pas moins vrai que l'abondance ou la pénurie des principes indispensables à la vie des plantes permet d'établir une classification des terrains, en rapport avec leur degré de fertilité.

» A côté de l'analyse chimique, l'expérimentation culturale est un moyen d'investigation utile; mais elle conduit quelquefois à des conclusions erronées, surtout lorsqu'il s'agit de terres vierges, comme c'est ici le cas. Même quand celles-ci sont très pauvres, elles donnent presque toujours, après un défrichement, une végétation abondante. Mais cette fertilité apparente ne se soutient pas, quand les réserves du sol sont trop faibles. La détermination quantitative de ces réserves est donc une base d'appréciation plus solide pour juger de l'avenir agricole d'un pays.

» Le Massif Central, très étendu, est constitué par un amoncellement de montagnes, ou plutôt de mamelons, dont les ramifications s'étendent dans toutes les directions vers le littoral et qui sont séparées par des vallons le plus souvent étroits. Ces mamelons sont constitués par une terre rouge, provenant ordinairement de la décomposition des gneiss et où l'oxyde de fer hydraté est en forte proportion (quelquefois plus de 30 pour 100). Cette nature du sol donne à l'ensemble de l'île son aspect particulier.

» Les résultats obtenus pour l'Imérina, de même que pour le Betsileo et le cercle d'Anjozorobé, montrent que le sol de ce vaste massif est, en général, très pauvre, surtout celui des mamelons et des coteaux, qui occupent la surface de beaucoup la plus considérable. L'azote dépasse rarement 0,5 pour 1000; l'acide phosphorique, 0,3; la potasse, 0,2; la chaux n'existe qu'à l'état de traces. La pénurie de la chaux et de la potasse est particulièrement frappante. Il n'y a pas, dans la majeure partie de ces terres, des réserves de fertilité suffisantes pour qu'une colonisation agricole intensive puisse y prospérer. Elles sont, en outre, d'une nature argileuse, compactes et imperméables, d'un travail difficile.

» On a souvent parlé de les améliorer par des chaulages; mais ce serait là une opération coûteuse et d'ailleurs peu efficace, car nous avons remarqué qu'elles ne sont pas modifiées quand on y introduit les petites quantités de chaux qui, dans les terres argileuses ordinaires, amènent l'ameublissement. L'élément plastique de ces terres, en grande partie formé par de l'oxyde de fer et du silicate d'alumine, est différent de celui des argiles que l'on rencontre habituellement, et qui sont à base de silicate double d'alumine et de potasse.

» Ces terres rouges sont, au contraire, ameublies par l'humus; c'est le cas de celles qui occupent les fonds de vallées, ou qui sont cultivées depuis longtemps; la matière organique s'y est alors accumulée et en a fait des terres meubles d'un travail facile. Cette observation montre qu'une longue suite d'améliorations peut amener leur transformation en terre arable. Mais c'est là l'œuvre des siècles et la génération qui voudrait entreprendre ces modifications s'y userait sans profit.

» Si le vaste Massif Central présente surtout des mamelons aux terres ingrates, qui ne constituent en réalité qu'une place au soleil, on y trouve aussi des vallées et des bas-fonds qui occupent des surfaces d'une certaine importance, et dont les terres, quoique de constitution fondamentale identique, se présentent dans de meilleures conditions d'utilisation agricole. En effet, les résidus des végétations antérieures y ont formé de l'humus, et les matériaux fertilisants des terrains avoisinants s'y sont concentrés. Aussi, ces terres contiennent-elles pour 1000 environ 1,0 d'azote, 0,6 d'acide phosphorique, 0,4 de potasse; elles sont donc beaucoup plus riches que les précédentes. Souvent on peut les arroser.

» C'est sur les vallées que le colon doit porter ses efforts. Mais elles sont le plus souvent étroites et conviennent particulièrement à la petite culture.

» Il a été quelquefois question de boiser les terres dénudées du Massif Central, ou plutôt de les reboiser, dans la pensée que ces terrains étaient autrefois couverts de forêts. Nous croyons, avec M. Alf. Grandidier, que les sacrifices que l'on ferait dans ce but seraient stériles. L'étude que nous avons faite du sol de cette région nous fait croire qu'elle n'a pas été boisée dans la période géologique actuelle, car le sol particulièrement imperméable qui la forme, se prêtant difficilement à la combustion des matériaux organiques, eût gardé, à l'état d'humus, les restes d'une végétation ancienne.

» Les cercles de Moramanga et d'Ambatondrazaka, quoique appartenant à la même formation géologique, offrent en quelques points des terres d'une grande richesse, constituées par des dépôts d'anciens lacs. L'azote atteint ordinairement un millième; l'acide phosphorique est souvent supérieur à deux millièmes et atteint quelquefois douze à quinze millièmes. Il y a dans ces parties privilégiées de grandes ressources pour la colonisation.

» A l'Ouest du Massif Central, s'étend le Betsiriry, région relativement plate et formée de terrains sédimentaires; l'argile devient plus rare; le calcaire apparaît et souvent prédomine; les terres sont meubles et perméables. Quoique leur richesse ne soit pas très grande (environ 0,6 d'azote, 0,5 d'acide phosphorique, 1,0 de potasse), leur nature physique peut engager les colons à en tirer parti.

» La zone littorale présente un grand développement comme longueur, mais sa largeur est quelquefois extrêmement restreinte, les derniers contreforts de la partie montagneuse s'étendant souvent jusqu'à la mer. Elle est principalement formée par des terres alluviales de constitutions très variables.

» La partie Nord de l'île, comprenant la province de Diégo-Suarez, se fait remarquer par des terres humifères, perméables et faciles à travailler, d'une grande richesse, soit environ 1,5 pour 1000 d'azote, 2 à 3 d'acide phosphorique, 0,4 de potasse, avec peu de calcaire. Le voisinage d'anciens volcans a dû influer favorablement sur leur composition.

» La partie Sud, comprenant le cercle de Fort-Dauphin, se trouve dans des conditions presque analogues. Là aussi les terres ocreuses ont disparu et sont remplacées par des terres meubles, riches en éléments fertilisants et constituées par des alluvions dont la composition a été heureusement modifiée par les débris de roches volcaniques. Elles contiennent pour 1000 environ 2 d'azote, 1 à 2 d'acide phosphorique, 0,5 de potasse, très peu de calcaire.

» Entre ces deux points extrêmes, distants d'environ 1,000^{km}, on trouve sur la côte Est :

» La province de Vohémar, constituée par des terres rouges ingrates, sauf dans quelques parties voisines du littoral. Elles ne renferment ordinairement qu'environ 0,5 pour 1000 d'azote, 0,2 d'acide phosphorique et 0,3 de potasse, et des traces de calcaire;

» La province de Maroantsetra, dont les terres sont en général mieux

pourvues que les précédentes, tenant environ 1 pour 1000 d'azote et d'acide phosphorique, 0,2 de potasse et des traces de calcaire;

» Les provinces de Tamatave, d'Andévorante, de Farafangana et de Mananjary, avec des terres tantôt analogues à celles du massif central, bien qu'un peu plus riches (azote pour 1000, 0,7, acide phosphorique 0,6, potasse 0,4), tantôt ameublies par l'humus, avec près de deux millièmes d'azote, d'acide phosphorique et de potasse; le calcaire fait défaut.

« La côte Ouest, avec les cercles de Tuléar et de Majunga, est constituée par des terrains sédimentaires, souvent franchement calcaires, ayant les caractères des terres arables. Elles ont un certain fonds de fertilité, puisqu'elles contiennent le plus souvent près de 1 pour 100 d'azote et d'acide phosphorique, 0,4 de potasse. Cette région offre donc des ressources sérieuses à la colonisation.

» Les terres du cercle de Maintirano sont moins riches (0,5 d'azote, 0,3 d'acide phosphorique et 0,2 de potasse).

» En résumé, la zone littorale se présente dans des conditions de fertilité satisfaisantes, mais les terres ocreuses du Massif Central sont pauvres et peu propres à la culture, sauf dans les fonds de vallées. L'île, considérée dans son ensemble, est faiblement pourvue des matériaux nécessaires à la production des récoltes, et il ne semble pas qu'elle puisse être amenée à suffire aux besoins d'une population très dense. M. Alfr. Grandidier avait rapporté de ce pays la même impression générale, et ses observations se trouvent confirmées par nos études.

» En présence de la pauvreté d'une grande partie des terres de Madagascar, la pensée de recourir aux engrais et aux amendements pour en augmenter la fertilité vient à l'esprit. On sait quels heureux résultats cette pratique produit en Europe. Mais ici, les conditions économiques sont différentes. La difficulté des communications, la grandeur des distances, qui rendent les transports coûteux, ne permettraient d'amener ces matériaux fertilisants qu'à un prix de revient hors de proportion avec la plus-value des récoltes. Ce n'est que dans les points d'un accès facile, ou pour des cultures spéciales d'un grand rapport, que l'on pourrait recourir à des engrais importés. Le reste de l'île a plus d'intérêt à utiliser exclusivement les ressources qui sont à portée : fumiers, résidus de la vie humaine, cendres végétales, calcaires, phosphates.

» Parmi les ressources naturelles propres à augmenter la fertilité, il en est une sur laquelle on ne saurait trop appeler l'attention. C'est l'eau des rivières et des torrents, si abondamment distribuée dans presque toutes les

parties de l'île, et qui peut être employée à l'arrosage. Non seulement elle agit comme excitatrice de la végétation, mais elle apporte encore en solution ou en suspension des éléments nutritifs. Dans les localités où l'arrosage peut être pratiqué, il y a moins à s'inquiéter de la composition du sol, qui sert alors de support plus que d'aliment. En effet, un sol pauvre, convenablement irrigué, est susceptible de produire des récoltes plus abondantes qu'un sol riche auquel l'eau fait défaut.

» Là où les conditions climatériques le permettent, il y a lieu de s'adonner de préférence à la culture de plantes peu épuisantes, qui est souvent très remunératrice et peut faire l'objet d'une exportation. La production des récoltes destinées à l'alimentation de l'homme et des animaux domestiques, et qui enlèvent au sol de fortes quantités d'éléments fertilisants, semble moins indiquée et devoir se borner aux besoins de la consommation intérieure.

» Les terres de qualité très inférieure peuvent être laissées dans la période pastorale et forestière, où l'homme ne tire parti que de la végétation spontanée; les fumiers produits par les troupeaux qui y trouvent leur nourriture serviront à l'enrichissement des parties cultivées.

» Dans les cas où l'on voudra recourir à l'emploi des engrais importés, il sera préférable de s'adresser aux plus concentrés, afin d'éviter le transport de matières inertes. Les engrais phosphatés et potassiques paraissent les plus indiqués. L'emploi de ces produits se bornera nécessairement aux exploitations situées à proximité des ports et sur le parcours des rivières et des voies ferrées.

» Madagascar offre une superficie notablement supérieure à celle de la France et qu'on ne peut pas penser à mettre entièrement en valeur. En choisissant les points privilégiés sous le rapport du climat, de la nature des terres et du régime des eaux, en y concentrant ses efforts, en y développant des cultures spéciales, on pourra arriver à donner à la colonisation agricole une certaine prospérité. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Maurice Meunier soumet au jugement de l'Académie un travail intitulé : « Note sur un projet d'appareil télégraphique ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Maurice Levy).

CORRESPONDANCE.

M. Samuel Gache adresse ses remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses Travaux.

ASTRONOMIE. — *Sur l'apparition d'une étoile nouvelle dans la constellation de Persée.* Lettre de M. **Flammarion** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Paris, lundi 25 février 1901.

» J'ai l'honneur de vous transmettre plusieurs dépêches qui m'ont été adressées par divers membres de la Société Astronomique de France, relativement à l'apparition d'une étoile nouvelle dans la constellation de Persée. L'estimation de l'éclat est intéressante pour l'histoire de cette étoile temporaire ([1]).

« Montpellier, 23 février.

» J'observais ce soir la planète Mercure à l'œil nu, lorsque vers $6^h 30^m$ j'aperçus vers le zénith une étoile magnifique, que je n'avais jamais vue.

» De première grandeur, son éclat surpasse même Capella et Rigel. Elle est blanche et assez scintillante. Elle est voisine de ν Persée, à peu près au milieu de la distance de δ à Algol. Lucien Bosc. »

« Saint-Jean-d'Angély, 23 février.

» Étoile nouvelle, vue ce soir dans Persée. Première grandeur. Bleuâtre. Supérieure en éclat à Rigel. Inférieure à Sirius. Située environ par $3^h 24^m$ d'ascension droite et 43° de déclinaison boréale. André Robert. »

« Saint-Georges-d'Oléron, 23 février.

» Ce soir samedi, à 8^h, j'ai constaté l'apparition d'une étoile nouvelle, de première grandeur, dans Persée. Elle forme un triangle isoscèle avec Algol et la brillante Alpha.

Dr Lotte. »

« Luxor, viâ Malte, 24 février.

» Remarqué dans Persée une nouvelle étoile, très brillante.

Natalie Brinton. »

([1]) Gr. = 2,7 le 21, jour de la découverte par M. Anderson, à Édimbourg, $>1,0$ le 23.

« Montpellier, 24 février.

» Observation de M. Bosc confirmée. Étoile temporaire très brillante dans Persée.

BRUGUIÈRE. »

ASTRONOMIE. — *Sur les variations en grandeur et en position des satellites de Jupiter, révélant l'existence d'une atmosphère cosmique.* Note de **Dom Lamey**, présentée par M. Wolf.

« La question, si importante pour la théorie et la réduction des observations, de savoir si les satellites de Jupiter circulent dans un milieu réfringent, peut dès maintenant être considérée comme résolue, ce me semble, par l'*ensemble concordant* des constatations que je vais rappeler ici.

» I. En 1886, j'ai fait connaître les résultats auxquels j'étais parvenu en observant l'année précédente les variations de grandeur dans les diamètres apparents des satellites de Jupiter. Ces variations ont été telles que parfois l'un ou l'autre des satellites les plus petits en moyenne surpassait les dimensions angulaires de l'un des plus gros, ces écarts croissant progressivement du plus rapproché au plus éloigné de la planète [1].

» II. Quelques mois plus tard, notre regretté confrère Dom Et. Siffert reprenait, à ma prière, la discussion par le calcul de ces observations et arrivait à une triple conclusion que je ne prévoyais certes pas aussi concluante qu'elle l'a été. Je la ferai ressortir en l'énonçant ainsi :

» 1° En général, les grandeurs de chaque satellite, comparées dans les diverses longitudes, paraissent plus accentuées pour nous à l'apogée qu'au périgée.

» 2° La différence entre leurs grandeurs extrêmes va croissant du premier au quatrième satellite dans les proportions suivantes : Pour I, *Io*, cette différence est de 0,46; pour II, *Europe*, elle est de 0,77; pour III, *Ganymède*, de 1,15, et pour IV, *Callisto*, elle est de 1,89. Ces différences, variant graduellement de *Io* à *Callisto*, décèlent l'existence d'une atmosphère, sans doute très vaste et elliptique et s'étendant depuis l'astre central au moins jusqu'à l'orbite du satellite le plus éloigné. Ceci fait comprendre pourquoi ce dernier varie si fortement dans ses dimensions angulaires,

---

[1] *Comptes rendus*, t. CII, p. 1365. Ces observations ont été données plus au long dans notre Bulletin intitulé *Proslogium*, t. I, p. 9-12.

puisqu'il traverse, diamétralement à son apogée, toute ou presque toute la susdite atmosphère en envoyant son image à l'observateur terrestre.

» 3° Le rapport entre le rayon de l'orbite et la variation en grandeur est presque constant pour les quatre satellites. On a pour I, *Io*, 12,89; pour II, *Europe*, 12,25; pour III, *Ganymède*, 13,09; pour IV, *Callisto*, 14,01. La moyenne est 13,06 (1).

» III. Or, les observations des passages des ombres des satellites sur le disque de la planète, comparées aux valeurs théoriques fournies par le travail de M. Souillart, ont donné à M. J.-J. Landerer l'occasion de résumer ainsi les points saillants de son étude (2).

« Relativement au premier, dit-il, l'accord... ne laisse presque rien à désirer. Il devient moins frappant pour le deuxième.... Quant au troisième, il est aisé de voir que la différence à allure systématique... se dessine de plus en plus.... Le quatrième satellite semble, au premier abord, défier toute concordance. »

» IV. Il faut donc admettre une atmosphère en forme d'anneau, s'étendant, bien au delà de celle propre à Jupiter, jusqu'à l'orbite du dernier satellite, composée d'une matière trop subtile pour se condenser, mais assez dense toutefois pour modifier par réfraction les images des astres la traversant selon le plan équatorial. Il est clair qu'alors un même satellite, dans ses diverses positions en longitude, pourra passer par un maximum et un minimum de réfraction, pour le rayon visuel de l'observateur. Ces écarts pourront atteindre une accentuation beaucoup plus grande pour le quatrième satellite, le plus éloigné : aussi est-ce pour ce dernier surtout que les divergences entre la théorie et l'observation sont considérables.

» Delambre rapporte que la différence des longitudes entre Paris et Greenwich n'a jamais pu être obtenue qu'à 10^s près par l'observation des éclipses des satellites et qu'elle a été pour le quatrième jusqu'à 12^m (3). Et de nos jours encore, M. J.-J. Landerer, qui s'efforce de trouver un

---

(1) *Sur une condition de variabilité dans les grandeurs apparentes des satellites de Jupiter* (*Proslogium*, t. I, p. 21-22).

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 300. — Depuis nombre d'années déjà, M. Landerer s'occupe de cette question, fort avancée par lui. Dans cette dernière Communication, il déclare que, tant que le milieu atmosphérique traversé par les images des satellites ne révélera pas son action, on ne pourra songer à établir sur des bases rationnelles l'accord parfait que l'on poursuit.

(3) D'après M. Obrecht dans sa Thèse intitulée : *Étude sur les éclipses des satellites de Jupiter*. Paris, 1884, in-4°, p. 1.

accord entre ses observations du passage des ombres et les données numériques fournies par la théorie de M. Souillart, est contraint d'avouer que, pour saisir une concordance avec le quatrième satellite, il faut avoir « égard au degré de précision qu'entraîne le calcul de la latitude, et au » rôle prépondérant que cet élément joue dans les demi-durées observées » loin des nœuds ».

» V. C'est parce qu'on n'a pas tenu compte de l'influence d'une atmosphère de ce genre que la théorie est encore en défaut quand il s'agit, par exemple, de faire concorder les positions fournies par l'observation des éclipses et les passages des ombres. M. J.-J. Landerer remarque que dans la théorie de M. Souillart ces derniers phénomènes *sont de signe contraire à ceux des éclipses,* et il conclut que cet antagonisme *provient, au moins en partie, d'une variation du rayon vecteur.* Assurément cette conclusion s'impose, si l'on n'admet pas l'existence d'une atmosphère s'étendant jusqu'aux orbites; mais n'est-il pas plus légitime de conclure, non à une variation réelle, mais apparente, due à une réfraction? Très différente quand le satellite passe devant ou derrière la planète, n'est-il pas clair que le grand axe, calculé d'après des données si disparates, ne pourra conduire à une concordance des durées? »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une certaine catégorie de fonctions transcendantes.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. C. Jordan.

« Théorème I. — Soit la fonction

$$\varphi = \frac{\theta_1}{x^{\psi 1}}\psi(1) + \ldots + \frac{\theta_n}{x^{\psi n}}\psi(n) + \ldots,$$

où θ_n est quelconque, et ψn une fonction croissante qui peut être négative pour les valeurs de n inférieures à une limite finie, mais qui est telle que $\frac{\psi(n+1)}{\psi n}$ croisse indéfiniment avec n :

» I. φ ne peut être une fonction algébrique de x.

» II. φ ne peut être solution d'une équation différentielle du premier ordre, rationnelle en x, y et y'.

» III. φ ne peut être solution des équations différentielles rationnelles en x et y, et linéaires par rapport aux autres dérivées de y.

» IV. φ ne peut être solution des équations différentielles rationnelles d'ordre k complètes par rapport à celles des dérivées de y qui y entrent, c'est-à-dire dont le premier membre forme un polynome complet de même degré séparément par rapport à celles des quantités y', y'', ..., $y^{(k)}$ qui y entrent.

» V. φ ne peut être solution des équations différentielles rationnelles en x et y d'ordre k, dont le premier membre forme un polynome de degré total λ par rapport à celles des quantités $y', y'', \ldots, y^{(k)}$ qui y entrent, si ce polynome comprend tous les termes possibles de la forme

$$Gy'^{a_1} + \ldots + y^{(k)a_k}, \; a_1 + \ldots + a_k = \lambda,$$

G étant un polynome entier en x et y.

» Théorème II. — Soit la fonction

$$\varphi = \frac{\theta_1}{x^{\psi(1)}} + \ldots + \frac{\theta_n}{x^{\psi(n)}} + \ldots,$$

où ψn est une fonction croissante de n, qui peut être négative pour les valeurs de n inférieures à une limite finie, $\psi(n+1) - \psi n$ croissant indéfiniment avec n.

» Soit encore

$$(1) \qquad F\left(x, y, \frac{dy}{dx}, \ldots, \frac{d^k y}{dx^k}\right) = \sum A(x) y^{i_0} \ldots \left(\frac{d^k y}{dx^k}\right)^{i_k} = 0$$

une équation différentielle rationnelle en x, y et ses dérivées, les $A(x)$ étant des polynomes entiers en x.

» Si χn est une certaine fonction croissante de n, qui dépend de ψn, et si l'on a

$$(2) \qquad |\theta_{n+1}| < \left|\frac{\theta_n}{\chi(n)}\right|^{V},$$

quelle que soit la constante V ;

» I. φ ne peut être fonction algébrique, ni fonction abélienne, ni une intégrale d'une fonction abélienne.

» II. φ ne peut être solution des équations différentielles rationnelles du premier ordre en x, y, y'.

» III. φ ne peut être solution des équations différentielles rationnelles en x et y, et linéaires par rapport aux autres dérivées de y.

» IV. φ ne peut être solution des équations différentielles rationnelles (1) d'ordre k complètes par rapport à celles des quantités $y, y', \ldots, y^{(k)}$ qui

y entrent, c'est-à-dire dont le premier membre forme un polynome complet de même degré séparément par rapport à celles des quantités $y, y', \ldots, y^{(k)}$ qui y entrent.

» V. φ ne peut être solution des équations différentielles rationnelles d'ordre k dont le premier membre forme un polynome de degré total λ en $y, y', \ldots, y^{(k)}$, si ce polynome comprend tous les termes possibles de la forme

$$G y^{a_0} y'^{a_1} \ldots y^{(k)a_k}, \qquad a_0 + a_1 + \ldots + a_k = \lambda,$$

G étant un polynome entier en x et y.

» Quand $\theta_n = \zeta^{n!}$ $(\zeta > 1)$ et que $\psi(n) = n^m$ $(m > 1)$, la condition (2) est toujours satisfaite.

» Les propriétés I et IV restent vraies quand $\psi(n+1) - \psi(n)$ est fini et $\geqq 1$. Ainsi, elles sont applicables à la fonction φ quand $\theta_n = \zeta^{n^r}$.

» Théorème III. — Soit la fonction ([1])

$$\varphi = P_0 + \cfrac{1}{P_1 + \cfrac{1}{P_2 + \ldots}},$$

où P_i est un polynome entier en x de degré $m_i > 0$. Si φ est une fonction algébrique de degré λ, quand x et n sont suffisamment grands, on a

$$P_n \leqq a q_n^{\lambda-2} x^{m_0(\lambda-1)},$$

a étant une quantité finie, et q_n le dénominateur de la $n^{\text{ième}}$ réduite de φ $(p_0 = 1, q_0 = 0, p_1 = P_0, q_1 = 1)$.

» Corollaire. — Si $P_n > a q_n^{\mu}$, quelle que soit la constante μ, φ n'est pas une fonction algébrique. C'est le cas, en particulier, quand $m_n = n!$ dès que n est suffisamment grand.

» Nous espérons compléter ces résultats ultérieurement. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Traces superficielles laissées par les outils dans le travail du sciage des métaux.* Note de M. **Vasseur**, présentée par M. Maurice Levy.

« Dans une Note qu'il a présentée à l'Académie (numéro du 12 novembre 1900), M. Ch. Frémont signale l'apparition de lignes, lorsque l'on scie

---

([1]) Comp. Borel, *Leçons sur la théorie des fonctions*, p. 26 et suivantes.

des métaux; ces lignes, différentes de celles qui sont occasionnées par le trait de scie, ayant parfois un relief sensible au toucher, sont parallèles aux profils des deux bords opposés traversés par la scie. L'auteur admet que ces lignes semblent représenter des ondes, résultat d'un mouvement vibratoire.

» L'intérêt qu'aurait la connaissance de ces mouvements vibratoires dans le travail à froid des métaux a conduit à rechercher systématiquement les conditions dans lesquelles ces lignes se produisent.

» Bien que l'auteur de la Note citée n'ait pas indiqué le genre d'outils dont il se servait, ni les conditions du travail, les photographies jointes à la Communication permettaient de voir que les échantillons présentés avaient été obtenus par sciage à la scie à main ou à la scie à ruban. Les premiers essais n'ont donné que des lignes peu nettes ne s'apercevant que par lumière très oblique. Mais un morceau de bronze, scié avec une scie à ruban *neuve*, a présenté des sillons très nets et d'une saillie sensible au toucher.

» La netteté du résultat a permis de constater que la largeur des sillons était précisément égale à l'*intervalle de deux dents* successives de la scie employée; de plus, l'apparition des lignes, si manifestement provoquée par l'échange de l'outil, a amené à penser que l'état d'usure de la scie influençait les résultats; la scie neuve avait en effet encore toute la *voie* donnée par le fabricant.

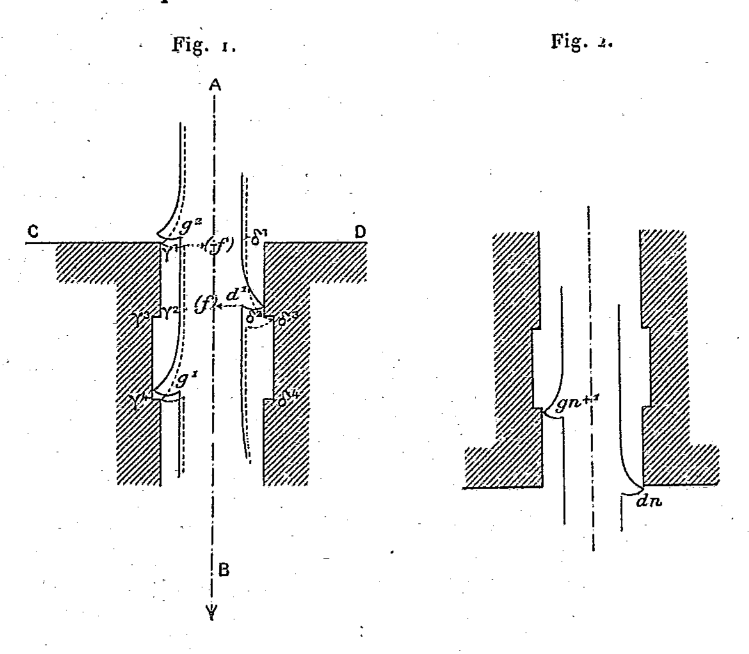
» De ces résultats il semble que l'on peut donner l'explication suivante à la production des lignes observées :

» Examinons de champ une scie à ruban marchant dans le sens AB (*fig.* 1) et considérons le moment où une dent déversée à droite d_1 est en train de creuser son sillon, les dents déversées à gauche se trouvant, celle qui la précède, déjà dans le métal, celle qui la suit, sur le point d'atteindre la surface.

» La réaction du métal sur la dent a une composante horizontale f qui tend à rejeter vers la gauche la lame de la scie, et l'extrémité de la dent d_1 est plus à gauche que sa position normale.

» Au moment où la dent g_2 va entrer en prise, elle subira, de la part du métal, une réaction dont la composante horizontale f tendra à ramener vers la droite la lame de scie, et, par suite, la dent d_1 creusera, à partir de ce moment, un sillon $\delta_3\delta_4$ à droite du prolongement de l'élément précédent $\delta_1\delta_2$; pour la même raison, la dent g_1 travaillera à droite du sillon $\gamma_3\gamma_4$ qu'elle vient de faire.

» Le mouvement de balancement alternatif à droite et à gauche se continuera ainsi régulièrement au moment de l'entrée en prise des dents successives de la scie. Ce mouvement, ayant son origine à la surface CD, tandis que la scie subit un effort de traction du côté de B, ira en diminuant d'amplitude à mesure que l'outil pénétrera dans le métal, et les sillons produits auront une profondeur de moins en moins grande.



» A la sortie (*fig.* 2), le mouvement inverse se produira; au moment où la dent *dn* quittera le métal, la réaction qu'elle subissait de la part de la matière venant à cesser, la lame se reportera vers la droite, et la dent $gn+1$ creusera un sillon à droite de l'élément qu'elle creusait auparavant.

» En résumé, le travail de la scie produira deux séries de sillons dont la largeur sera égale à l'intervalle de deux dents et qui auront pour limites des lignes qui seront respectivement les *copies* des profils d'entrée et de sortie de la scie dans la pièce travaillée; ces deux séries de lignes sont indépendantes l'une de l'autre, elles peuvent se croiser, leur netteté va en diminuant depuis les bords vers le centre de la pièce.

» Elles paraissent de même nature que celles dont les images sont données dans la Note de M. Frémont.

» Il paraît donc que les lignes signalées n'ont aucun rapport avec les

courbes de distribution des déformations dans les métaux, qui ont fait l'objet des Communications des mois de mars et avril 1894 [1].

» Elles paraissent tout au plus pouvoir donner une indication sur la nature et l'état d'usure des scies employées. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les propriétés isolantes de la neige.* Note de M. **Bernard Brunhes**, présentée par M. Mascart.

« Les expériences entreprises au mont Blanc, en 1898, par MM. Lespieau et Cauro, les essais qui viennent d'être faits à l'observatoire de l'Etna par M. Ricco, et que M. Janssen a communiqués à l'Académie dans la séance du 11 février 1901, établissent que la neige est pratiquement isolante pour le courant électrique, et qu'un câble de fil nu, posé sur la neige, continue à transmettre les communications télégraphiques et téléphoniques.

» J'ai eu, pour la première fois cet hiver, l'occasion de m'occuper d'une ligne télégraphique de montagne et d'observer par moi-même un fait qui est bien connu du personnel de l'observatoire du puy de Dôme.

» La double ligne qui relie la station du sommet du puy de Dôme à la station de Rabanesse et au bureau télégraphique de Clermont est trop souvent rompue pendant la mauvaise saison. La rupture est due, en général, à ce que dans la montagne les fils, recouverts d'une gaine de givre qui peut atteindre jusqu'à $0^m,50$ de diamètre, donnent prise, par une large surface, aux vents exceptionnellement violents qui soufflent ici. Lorsque la rupture s'est produite au voisinage immédiat de l'observatoire du sommet, il est arrivé souvent au gardien et au météorologiste de service de raccorder à la ligne, au delà de l'interruption, un fil de fer qu'ils posaient simplement sur la neige et qu'ils conduisaient jusqu'au bureau télégraphique de l'observatoire. En ce moment, le fil traîne ainsi sur la neige, sur plusieurs dizaines de mètres de longueur, à travers les ruines du temple de Mercure.

» Lorsque l'interruption est sur la pente de la montagne, trop loin du sommet, l'on fait appel à des employés du service télégraphique spécialement exercés à ce travail. Il leur arrive souvent de juger impossible ou inu-

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXVIII, n° 10 (5 mars 1894), p. 520, et n° 14 (2 avril 1894), p. 738.

tile d'atteindre aux godets isolants des poteaux et d'accrocher simplement le fil nouveau, sur une certaine longueur, à une hauteur de 1^m à $1^m,50$, sans l'intermédiaire d'aucun isolateur.

» Lors même, d'ailleurs, que le fil est suspendu d'une façon normale, il arrive, comme j'ai eu l'occasion de l'observer dans mes deux dernières ascensions, et notamment le 8 février dernier, que la gaine épaisse de givre et de neige qui transforme les poteaux en colonnes massives de près de 1^m d'épaisseur emprisonne totalement à son intérieur les godets de porcelaine, et se raccorde sur une large surface avec la gaine horizontale dont le fil occupe l'axe. Dès lors, il y a, sur une longueur d'au moins 1^{km}, communication du fil avec le sol par un large cylindre de givre et de neige à chaque poteau.

» Dans aucun de ces cas, fréquemment réalisés durant l'hiver, les communications télégraphiques ou téléphoniques ne sont gênées.

» Si l'on n'a pas songé, ici, à tendre à demeure un fil nu sur la neige, c'est d'abord que ce fil ne servirait que durant l'hiver, et même, pendant cette saison, il arrive que certains points du flanc de la montagne sont balayés par le vent et complètement débarrassés de neige, sans parler des périodes où la température se relève assez pour que la neige fonde. Un fil posé sur le sol aurait donc presque autant de chances de se rompre que le fil porté sur poteau, et il serait moins aisé de trouver les points de rupture. On se trouve, au point de vue de la conservation de la ligne, dans les conditions climatériques les plus défavorables qu'il soit possible.

» Il sera peut-être intéressant de signaler ces pratiques, en usage ici depuis plus de vingt ans, qui consistent à raccrocher les fils sans isolateurs, ou même à les laisser traîner sur la neige sur une grande longueur : elles montrent que les personnes attachées à l'observatoire et les ouvriers télégraphistes chargés de la réparation des lignes de montagne, aussi bien, du reste, dans la région du mont Dore qu'au puy de Dôme, *ont toujours traité la neige et le givre comme des isolants*. Ces observations eussent-elles été, d'ailleurs, plus généralement connues qu'elles n'auraient pas suffi à faire préjuger le succès d'expériences comme celles du mont Blanc, où le fil conducteur a été mis en contact avec la neige sur plusieurs kilomètres de longueur. »

CHIMIE. — *Sur certaines conditions de réversibilité.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. H. Moissan.

« Les réactions hétérogènes réversibles ont, pour la première fois, rattaché la Chimie à la Thermodynamique; il est donc utile d'établir que, dans certains cas peut-être fréquents, la réversibilité est déterminée par des causes accessoires d'ordre chimique. Il me paraît certain, par exemple, que la chaux obtenue par M. Moissan au four électrique ne se combinerait pas avec l'acide carbonique entre 700° et 900°, parce que cette chaux, qui ne s'éteint plus par l'eau, est dans un état chimique différent de celle qui prend naissance dans les expériences faites par Debray à ces températures (1).

» Mais il y a plus : la reconstitution d'un corps dont les éléments restent dans un état initial ou final identique peut dépendre d'une cause accidentelle. *Exemple :* Joulin a constaté que le carbonate d'argent donne lieu à une dissociation réversible entre certaines limites, quand on opère sur 2^{gr} ou 3^{gr} de matière, mais que la réversibilité cesse dès que l'on opère sur 16^{gr} (2). J'ai constaté qu'en réalité si l'on opère sur des corps bien secs, dans un tube manométrique en contact avec de l'anhydride phosphorique, on observe, quelle que soit la quantité de carbonate d'argent, une tension fixe à une température donnée, mais sans réversibilité, c'est-à-dire sans reconstitution du carbonate suivant le sens

$$CO^2 + Ag^2O = CO^3Ag^2.$$

» Pour déterminer cette action inverse, il m'a toujours suffi de faire arriver un peu de vapeur d'eau sur l'oxyde d'argent.

» Nous voyons donc ici la réversibilité déterminée par la présence d'une petite quantité d'eau. Voici quelques tensions trouvées dans ce cas,

---

(1) Déjà la chaux des calcaires compacts de l'Isère diffère notablement de la chaux de craie : elle s'éteint moins facilement et donne de fréquentes prises en masse dans l'appareil Weldon, ainsi que je l'ai constaté il y a vingt ans dans les usines de la Compagnie Saint-Gobain.

(2) Joulin, *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 282; 1873.

indépendamment des quantités de gaz carbonique enlevées par dégagement à 240° :

		Tensions fixes au contact de l'eau.	à sec.
		mm	mm
A 132°	Alcool amylique bouillant....	21	4
167	»	110	?
182,5	Aniline bouillante..........	183	174
210	»	559	548
218	Naphtaline bouillante.......	763	»

» La courbe des tensions irréversibles (à sec) se confond sensiblement avec l'autre, si l'on tient compte de la tension maxima de la vapeur d'eau à la température 16° à 18° de l'expérience, correction qui n'a pas été faite dans le Tableau précédent. Toutefois, l'eau en trop grande abondance est susceptible d'apporter d'assez grandes perturbations; c'est ainsi qu'en forçant la dose de l'eau, je suis arrivé à observer à 218° une tension de 803^{mm} au lieu de 763^{mm}.

» *Action de l'oxyde de carbone sur les oxydes.* — J'ai été conduit à refaire l'étude de la dissociation du carbonate d'argent, en cherchant si l'oxyde de carbone se comporte comme l'hydrogène vis-à-vis de l'oxyde d'argent.

» Le dosage de l'hydrogène par l'oxyde d'argent donne lieu, à 112° aussi bien qu'à 0°, à une volatilisation d'argent, et je voulais voir si ce transport est dû à la formation d'un hydrure d'argent ou bien à une sorte de pression négative résultant de l'action chimique de l'hydrogène sur Ag^2O. En remplaçant H par CO, j'ai encore obtenu un transport d'argent, mais d'une manière si irrégulière que je ne puis encore trancher la question. Vers 10°, la réduction de l'oxyde métallique par CO est, en effet, extrêmement vive avec mise en liberté d'argent blanc. Dans le chlorure de méthyle, vers −21°, la réduction est peu sensible : parfois le gaz CO est absorbé totalement, mais, le plus souvent, il est en grande partie remplacé par une quantité correspondante de gaz carbonique. Dans le premier cas, il se forme évidemment du carbonate d'argent sur lequel j'avais constaté des phénomènes de dissociation qui m'ont conduit à reprendre l'étude ci-dessus exposée du carbonate d'argent.

» A la suite des publications de M. Berthelot touchant l'action des gaz sur les métaux libres, j'ai en vain recherché la présence des composés

argenteux dans les corps solides transformés; l'oxyde d'argent en excès s'oppose vraisemblablement à leur naissance.

» L'oxyde mercurique se comporte différemment vis-à-vis de l'oxyde de carbone, suivant que l'on s'adresse à la variété rouge ou à la variété jaune. Dans l'obscurité, l'oxyde rouge ne s'attaque pas sensiblement, même au bout de six semaines de contact, tandis que la variété jaune transforme rapidement l'oxyde de carbone en gaz carbonique : 100^{cc} de gaz CO au contact de 5^{gr} d'oxyde jaune HgO fournissent 25^{cc} de gaz carbonique CO^2 en vingt-quatre heures, la transformation se ralentit quand la pression de l'oxyde de carbone diminue.

» A la lumière, l'oxyde rouge noircit lentement en même temps que l'on observe une formation d'acide carbonique (7 pour 100 de la masse gazeuse en six semaines). Au contraire, l'oxyde jaune absorbe directement l'oxyde de carbone, provoquant simultanément une diminution de pression et une formation d'acide carbonique. Cette réaction rappelle l'action de l'oxyde de carbone sur l'oxyde d'argent refroidi; j'en poursuis l'étude. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Compressibilité des dissolutions*. Note de M. **Guinchant**, présentée par M. Haller.

« La compressibilité des dissolutions salines dans l'eau a donné lieu à un grand nombre de recherches qui ont abouti à des formules empiriques très variées. On sait aujourd'hui combien les phénomènes de dissociation électrolytique et d'hydrolyse compliquent l'étude de ce genre de dissolutions, et il était à prévoir que les dissolutions moins complexes, celles des composés organiques dans l'eau, par exemple, conduiraient à des lois plus simples et plus générales.

» Je me suis proposé de rechercher comment varie avec la pression ce que M. Traube appelle le *volume du corps dissous*, c'est-à-dire la différence entre le volume de dissolution et le volume du dissolvant. Soient V le volume du dissolvant, V′ le volume de la dissolution sous une pression nulle; l'accroissement de volume a été $v = V' - V$. Opérons la dissolution sous une pression de 1 atmosphère; en appelant γ et γ' les coefficients de compressibilité du dissolvant et de la dissolution, le volume du dissolvant sera $V(1-\gamma)$ et le volume de la dissolution $V'(1-\gamma')$; l'accroissement de volume a été $v - V'\gamma' + V\gamma$. Posons $V'\gamma' - V\gamma = \alpha v$ (α étant ce que nous pouvons appeler par analogie le *coefficient de compressibilité* du corps

dissous); il vient

$$\alpha = \frac{V'\gamma' - V\gamma}{V' - V} \quad \text{ou} \quad \gamma - \alpha = \frac{V'}{V' - V}(\gamma - \gamma').$$

$\frac{V'}{V' - V}$ se déduit de la composition en poids des dissolutions et de la densité de la dissolution par rapport au dissolvant. On a

$$\frac{V'}{V' - V} = \frac{(P + p)D}{P(D - D') + pD} = \frac{P + p}{P(1 - d) + p}$$

en désignant par p le poids de corps dissous dans un poids P de dissolvant, par d la densité relative.

» D'autre part, si les compressibilités sont mesurées dans les mêmes récipients ou dans des récipients de même matière, la différence $\gamma - \gamma'$ entre les coefficients de compressibilité absolue est égale à la différence $\gamma_1 - \gamma'_1$ entre les coefficients de compressibilité apparente. On a donc finalement

$$\gamma - \alpha = (\gamma_1 - \gamma'_1)\frac{P + p}{P(1 - d) + p}.$$

» Il n'entre dans le second membre que des quantités fournies directement par l'expérience. Dans les mesures que je vais décrire, $\gamma_1 - \gamma'_1$ a varié entre $1,7.10^{-6}$ et $11,8.10^{-6}$; la valeur calculée pour $\gamma - \alpha$ est restée comprise sensiblement entre 46 et 47.10^{-6}. La moyenne $46,5.10^{-6}$ est la valeur trouvée par Regnault pour la compressibilité absolue γ de l'eau; il en résulte que $\alpha = 0$.

» Ainsi, *le volume du corps dissous est indépendant de la pression*, au moins jusqu'à la pression de 4 atmosphères à laquelle ont été faites ces mesures. Il y a donc tout lieu d'admettre que la variation de volume qui accompagne la dissolution simple d'un corps dans l'eau est due à une variation dans l'état d'agrégation du dissolvant plutôt qu'au volume occupé par les molécules dissoutes; dans cette dernière hypothèse, on serait conduit à regarder la variation de volume, indépendante de la pression, comme représentant le covolume du corps dissous, ce qui est inadmissible.

» La méthode dont je me suis servi est une méthode de comparaison analogue à celle de Schneider (¹). J'ai employé 5 piézomètres tous faits avec le même verre; ils étaient formés d'un tube de cristal de 19^{mm} de diamètre et environ 33^{cm} de longueur, représentant un volume d'environ 75^{cc}. L'une des extrémités était étirée en tube fin;

(¹) Röntgen et Schneider, *Wied. Annal.*, t. XXIX, p. 165.

à l'autre extrémité était soudé un tube capillaire préalablement jaugé au mercure; ce tube était coudé presque à la soudure pour se redresser le long du réservoir piézométrique.

» Le réservoir était pesé vide, puis rempli de dissolution par refoulement; après remplissage, le tube fin était fermé à la lampe et une légère élévation de température suffisait à faire sortir par le tube capillaire la bulle d'air restée dans le tube opposé. Une nouvelle pesée faisait connaître le poids de dissolution introduite et permettait de calculer son volume après avoir déterminé son poids spécifique.

» Pour la mesure des compressibilités apparentes, deux piézomètres semblables, contenant l'un de l'eau pure, l'autre la dissolution, étaient placés côte à côte dans le cylindre de verre à compression immergé dans une cuve à faces de verre où circulait un courant d'eau à température constante (12°,9 à 13°,5). Les extrémités des tubes capillaires étaient coiffées d'un long tube fermé, en sorte que la pression était transmise par l'air. La pression était portée lentement jusqu'à 4 atmosphères, et à divers intervalles on relevait, après un repos de cinq à six minutes, les niveaux des liquides dans les tubes capillaires. Soient n, n' les nombres de divisions dont avaient varié les niveaux, v, v' les volumes d'une division de chaque tube capillaire; V, V' les volumes de liquides; on calculait

$$\frac{\gamma_1'}{\gamma_1} = \frac{\dfrac{n'v'}{V'}}{\dfrac{nv}{V}} = \frac{n'v'}{nv}\,\frac{\varpi}{\varpi'}\,d,$$

ϖ et ϖ' étant les poids de liquide contenus dans les deux piézomètres.

» Des mesures directes sur le piézomètre à eau avaient fourni $\gamma_1 = 43,5.10^{-6}$; on en déduisait la valeur de $\gamma_1 - \gamma_1'$.

» La détermination de la densité était faite par la méthode ordinaire du flacon en même temps, et dans la même cuve, que la mesure de compressibilité, par conséquent à la même température.

» Les expériences ont fourni les nombres suivants :

Corps dissous.	Nombre de molécules par litre.	Densité.	$\gamma_1 - \gamma_1'$.	$\gamma - \alpha$.
Alcool................	2	0,9851	$4,21.10^{-6}$	$46,2.10^{-6}$
»	1	0,9920	$2,31.10^{-6}$	$45,8.10^{-6}$
Acide acétique.........	2	1,0181	$4,84.10^{-6}$	$46,4.10^{-6}$
»	1	1,0071	$2,50.10^{-6}$	$46,8.10^{-6}$
Alcool isobutylique.....	1	0,9900	$3,73.10^{-6}$	$47,2.10^{-6}$
»	0,5	0,9949	$1,72.10^{-6}$	$46,6.10^{-6}$
Acétone...............	1	0,9948	$2,94.10^{-6}$	$46,5.10^{-6}$
Sucre.................	1	1,1320	$11,8.10^{-6}$	$46,1.10^{-6}$
Résorcine.............	1	1,0228	$3,63.10^{-6}$	$45,9.10^{-6}$
Urée..................	1	1,0183	$3,53.10^{-6}$	$46,3.10^{-6}$

» Les solutions étaient préparées en plaçant dans un ballon de 200cc le poids *p* de corps à dissoudre pour obtenir les concentrations moléculaires en volume indiquées précédemment; on remplissait le ballon jusqu'au trait à la température ambiante (18° à 23°) et pesait à nouveau pour avoir le poids P du dissolvant. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Contribution à l'étude de l'indium.* Note de MM. C. CHABRIÉ et E. RENGADE, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Communication précédente (¹), nous avons examiné les raisons qui tendent à faire adopter pour le poids atomique de l'indium les nombres voisins de 113,4 et à faire rejeter ceux qui se rapprochent de 75,6. La formation des aluns d'indium et des métaux alcalins nous a paru être jusqu'ici la meilleure raison pour rapprocher l'indium des métaux capables de donner des sesquioxydes.

» Rœssler, qui a fait l'alun d'indium et d'ammonium, a observé que ce composé, chauffé en dissolution aqueuse, produit un trouble. Nous avons observé le même fait avec les aluns d'indium et des métaux alcalins, cæsium et rubidium, préparés par nous.

» *Action de la chaleur sur la solution d'alun d'indium et de cæsium.* — Nous avons dissous de l'alun d'indium et de cæsium, 1gr,5977 dans 270cc d'eau, soit une quantité d'eau cinq fois supérieure à celle nécessaire pour avoir une solution saturée à +15°. Nous avons soumis le liquide à l'ébullition pendant cinq heures en renouvelant l'eau disparue par évaporation. Le précipité formé a été lavé à l'eau froide et séché à 110°. Nous y avons dosé l'indium : l'oxyde, après calcination, pesait 0gr,1877, correspondant à un poids d'indium égal à 0gr,1538. Le précipité *ne contenait ni cæsium, ni acide sulfurique.* Le poids d'alun étudié renfermant 0gr,2772 d'indium, l'expérience nous montre donc que sa solution abandonne par l'ébullition un précipité formé uniquement d'oxyde d'indium et correspondant à plus de la moitié de la quantité de cet élément contenue dans l'alun étudié.

» *Action de la chaleur sur la solution d'alun d'indium et de rubidium.* — Nous avons dissous 0gr,6602 de cet alun dans 110cc d'eau, ce qui correspond à la même concentration que dans le cas précédent (mais non aux mêmes conditions par rapport au coefficient de solubilité; d'ailleurs, dans les mêmes conditions de solubilité nous nous sommes assurés que les résultats étaient analogues).

» Après ébullition, nous avons recueilli le précipité de la même manière que dans l'expérience citée plus haut.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 1300.

» Nous avons trouvé :

	gr
Oxyde d'indium	0,1256
Sulfate de baryte	0,1150
Sulfate de rubidium	0,0275

ce qui correspond à :

Indium	0,1036
SO^4	0,0474
Rubidium	0,0176

» Les quantités correspondantes contenues dans l'alun étaient :

In	0,1235
SO^4	0,2088
Rb	0,0927

» Donc, ici, presque tout l'indium a passé dans le précipité, et chose plus importante, ce précipité renferme de l'acide sulfurique et du rubidium. Nous ne croyons pas opportun de proposer une formule dans ce cas.

» Nous avons donné les résultats de nos analyses relativement à l'alun d'indium et de cæsium [1]. Nous croyons utile de publier ceux qui se rapportent au sel de rubidium. Nous avons trouvé :

	gr		
I. Poids de matière	0,537	In^2O^3	0,1223
II. Poids de matière	0,4046	H^2O	0,1466
III. Poids de matière	0,3124	SO^4Ba	0,0969
IV. Poids de matière	0,4953	SO^4Rb^2	0,1090

ce qui fait en centièmes :

	I.	II.	III.	IV.	Théorie pour $SO^4Rb^2 + (SO^4)^3In^2 + 24H^2O$.
In	18,79	»	»	»	18,71
H^2O	»	36,02	»	»	35,60
SO^4	»	»	31,03	»	31,64
Rb	»	»	»	14,08	14,04

» Cet alun, beaucoup plus soluble que celui d'indium et de cæsium dont nous avons aussi déterminé la solubilité, se dissout dans la proportion de 44,28 de sel dans 100 d'eau à + 15°.

» Nous avons dit que l'acétylacétonate d'indium que nous avons obtenu n'était pas volatil sans décomposition. Pour déterminer l'atomicité de l'indium, il nous a été nécessaire de recourir à l'ébullioscopie.

---

(1) Des cristaux de ce sel paraissent avoir été obtenus dans une préparation microscopique par Huysse (*Nederlansch Tijdschrift voor Pharmacie, Chimie en Toxicologie*, 1899).

» L'ébullioscopie de l'acétylacétonate d'indium dans le bromure d'éthylène a donné le poids moléculaire 405 correspondant à la formule

$$[(CH^3 - CO)^2 = CH]^3In$$

(la théorie exigerait 410), ce qui prouve que dans les conditions de l'expérience l'indium est trivalent. C'est d'ailleurs la conclusion à laquelle sont arrivés MM. V. et C. Meyer (1) en prenant la densité de vapeur du chlorure d'indium. Mais nous ne partageons pas leur manière de conclure que, par là, ce métal s'éloigne du fer et de l'aluminium qui sont tétravalents aux basses températures, parce que nous avons déterminé par l'ébullioscopie l'atomicité du fer et de l'aluminium au moyen de leurs acétylacétonates en solution dans le bromure d'éthylène et que nous avons trouvé les nombres 343 pour le fer, la théorie exigerait 353, et 348 pour le chrome, la théorie demanderait 349, pour les formules $[(CH^3 - CO)^2 = CH]^3Fe$ et $[(CH^3 - CO)^2 = CH]^3Cr$. Nous concluons, au contraire, que les déterminations de l'atomicité rapprochent l'indium des métaux à sesquioxydes et surtout de l'aluminium qui, d'après les recherches de MM. Friedel et Crafts (2), possède une densité de vapeur lui donnant la formule Al^2Cl^6 aux basses températures et $AlCl^3$ à des températures plus élevées.

» De plus, on sait, d'après les recherches de MM. Urbain et Debierne (3), que la cryoscopie assigne aux acétylacétonates des métaux capables de donner des sesquioxydes des formules dans lesquelles le métal est trivalent, la densité de vapeur de l'acétylacétonate d'aluminium déterminée par A. Combes (4) correspondant aussi au métal trivalent. Nous pensons donc avec Dammer (5) que la densité de vapeur qui correspond à $InCl^3$ pour le chlorure à haute température indique que la formule doit être In^2Cl^6 à température ordinaire.

» Il est tout à fait curieux que dans sa façon de se comporter avec le mercure l'indium se rapproche du zinc comme le prétendait Berzélius, en se fondant sur d'autres réactions.

» Ainsi, nous avons obtenu facilement un amalgame d'indium, par combinaison directe des deux métaux.

---

(1) *Ber. D. ch. Gesells.*, t. XII, p. 611.
(2) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1764.
(3) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 302.
(4) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 405.
(5) *Handb. d. an. Chem.*, t. III, p. 227.

» On sait que M. Moissan a dû recourir à des réactions plus délicates pour réaliser la synthèse des amalgames de fer et des métaux chimiquement analogues ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau sulfate de molybdène cristallisé.* Note de M. **Bailhache**, présentée par M. Haller.

« L'acide sulfurique dissout l'acide molybdique à chaud et forme avec lui un sulfate molybdique MoO^3SO^3 connu depuis longtemps. Ce composé se présente en cristaux incolores très solubles dans l'eau et déliquescents. Si la solution sulfurique est soumise à une action réductrice, elle se colore en bleu, mais on n'en avait retiré, à ma connaissance, aucun autre corps cristallisé.

» Cependant on peut dans certaines conditions obtenir avec une grande facilité un composé nouveau dérivant par réduction de l'anhydride double MoO^3SO^3 et parfaitement cristallisé. C'est le sujet du présent Mémoire.

» J'observai d'abord la formation de ce corps dans l'action du soufre sur la liqueur sulfurique, et je pensai pouvoir facilement l'obtenir au moyen de l'acide sulfureux, mais ce gaz ne produit pas de réduction sensible dans ces conditions; on obtient, par contre, très aisément le résultat cherché avec l'acide sulfhydrique. Voici comme il convient d'opérer :

» On dissout l'acide molybdique dans six fois son poids d'acide sulfurique et dans le liquide bouillant on fait passer un courant rapide d'hydrogène sulfuré. La liqueur se colore en bleu, puis en vert, et il se forme un amas cristallin qui vient souvent obstruer le tube à dégagement. On laisse refroidir tout en prolongeant le courant gazeux, et l'on trouve le vase, dans lequel on opère, tapissé d'une couche de cristaux qui paraissent noirs, et que l'on isole du soufre formé qui se rassemble aisément en gros globules fondus à la surface du liquide. On les lave rapidement à l'eau distillée, on achève par un lavage à l'alcool et l'on dessèche sous la machine pneumatique.

» Ainsi préparé, ce composé se présente sous l'aspect d'un sable cristallin, d'une couleur très foncée, que l'on reconnaît au microscope formé de prismes isolés très nets, d'un vert olivâtre.

» Ce corps est formé des mêmes éléments que l'anhydride double $MoO^3.SO^3$, mais le molybdène s'y trouve à un degré inférieur d'oxy-

([1]) H. Moissan, *Comptes rendus,* t. LXXXVIII, p. 180.

dation. On y a dosé le molybdène à l'état de bioxyde, et l'acide sulfurique à l'état de sulfate de baryte, après fusion préalable de la matière avec du carbonate de soude. Par oxydation au moyen d'une solution de bichromate de potasse additionnée d'acide sulfurique, on a déterminé la quantité d'oxygène nécessaire pour transformer tout le molybdène en acide molybdique.

» De ces différents dosages il résulte que sa composition se rapporte à un sulfate de molybdène de la formule brute $Mo^2O^5.2SO^3$.

» En effet, on a

	Trouvé.	Calculé.
Mo^2O^5	62,42	62,963
$2SO^3$	37,50	37,037
	99,92	100,000

» Enfin, l'oxygène nécessaire pour faire passer dans ce sel tout le molybdène à l'état d'acide molybdique est :

Trouvé....... 3,780 pour 100   Calculé........ 3,703 pour 100

» Ce sel paraît, au premier examen, insoluble dans l'eau ; cependant il s'y dissout complètement au bout d'un temps très long à froid, en quelques heures à l'ébullition ; il attire même l'humidité de l'air et s'humecte spontanément s'il est conservé dans un flacon imparfaitement bouché. La solution faite à l'abri de l'air est brune comme une infusion de café ; à l'air elle se colore rapidement, d'abord en vert, puis en bleu, en se transformant en oxyde bleu de molybdène. Évaporée à sec au bain-marie dans un gaz inerte, elle donne un vernis noir se détachant en écailles non cristallines, solubles dans l'eau et dans l'alcool. La solution alcoolique évaporée sous la machine pneumatique donne également un vernis qui contient encore au moins 14 pour 100 d'eau, souvent plus, selon qu'il a séjourné plus ou moins longtemps dans le vide. Après plusieurs heures de dessiccation à l'étuve à $+100^\circ$-110°, ce chiffre est ramené à 7,5 ou 8 pour 100. Il faut porter la température jusqu'au delà de $+250^\circ$ pour le déshydrater, et même alors retient-il encore quelques traces d'eau. Ce corps n'est plus immédiatement soluble ni dans l'eau ni dans l'alcool et, sauf qu'il est amorphe, il présente toutes les propriétés du sel cristallisé.

» La solution brune est décolorée avec la plus grande facilité par tous les oxydants : acide azotique, acide chromique, permanganate, hypochlorite, en se transformant en acide molybdique. Elle donne par double décomposition avec les sels de baryte solubles (azotate, chlorure) des solutions brunes dont aucune n'a abandonné par évaporation de sel cris-

tallisé. Elle se colore en bleu quand on l'additionne d'un molybdate alcalin, en donnant naissance à de l'oxyde bleu de molybdène. Traitée par les alcalis, elle se dédouble en un molybdate qui reste en solution avec le sulfate qui a pris naissance et en hydrate de bioxyde de molybdène qui se précipite; enfin elle donne, avec le phosphate et l'arséniate de soude, des solutions brunes d'une nuance très foncée. La solution alcoolique traitée par le sulfocyanure de potassium donne un précipité de sulfate de potasse et une magnifique coloration pourpre.

» Chauffé seul dans un tube, le sel anhydre et cristallisé se transforme en acide molybdique et en anhydrides sulfureux et sulfurique qui se dégagent. Il est oxydé à chaud par l'acide sulfurique et donne le composé MoO^3SO^3; c'est ce qui se produit dans sa préparation, si le courant d'acide sulfhydrique vient à être interrompu. L'hydrogène le transforme au rouge en bioxyde de molybdène avec perte de tout l'acide sulfurique. Il n'absorbe pas le gaz ammoniaque bien desséché, mais il est réduit par lui au rouge sombre en bioxyde de molybdène qui retient 1 pour 100 d'azote.

» Mélangé intimement avec du chlorure et du bromure de sodium et chauffé dans un tube à boules dans un courant d'acide carbonique, il donne naissance à l'oxychlorure ou à l'oxybromure de molybdène MoO^2Cl^2 ou MoO^2Br^2 et il reste du bioxyde de molybdène

$$Mo^2O^5 2SO^3 + 2NaCl = MoO^2Cl^2 + Na^2S^2O^7 + MoO^2.$$

» Si l'on continue à chauffer, le bioxyde de molybdène réagit sur le disulfate de sodium, il se dégage de l'acide sulfureux et il reste du dimolybdate de sodium fondu

$$2MoO^2 + Na^2S^2O^7 = 2SO^2 + Na^2Mo^2O^7.$$

» En réalité, les deux réactions chevauchent l'une sur l'autre, le bioxyde commençant à réagir sur le disulfate à mesure qu'il se produit; cependant en chauffant modérément on peut obtenir le départ de tout l'oxychlorure avant la décomposition totale du bioxyde, que l'on peut alors isoler facilement par lavage.

» L'oxychlorure que l'on obtient dans ces conditions est en superbes paillettes cristallines d'un blanc légèrement jaunâtre.

» Je crois qu'un supplément d'étude est nécessaire pour établir la constitution de ce nouveau composé, je me suis contenté d'admettre qu'il renfermait de l'anhydride sulfurique parce qu'il dérive de l'anhydride double MoO^3SO^3 et je ne l'appelle *sulfate* que pour la commodité du langage.

» C'est en vain que j'ai tenté d'obtenir le composé correspondant avec le tungstène.

» Dans les mêmes conditions l'acide tungstique se réduit bien un peu, mais l'oxyde formé ne paraît pas se combiner à l'acide sulfurique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles réactions des dérivés organo-métalliques (II). — Éthers α-alcoyl-β-cétoniques* (1). Note de M. E. E. **Blaise**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une précédente Communication, j'ai montré que les dérivés organométalliques réagissent sur les corps à fonction nitrile pour fournir des combinaisons qui, décomposées par l'eau, donnent naissance à des dérivés cétoniques. La présente Note est relative aux éthers β-cétoniques, mono ou dialcoylés en α que cette méthode permet d'obtenir.

» Ces éthers se produisent lorsqu'on condense les nitriles avec les éthers α bromés des acides homologues de l'acide acétique, en présence du zinc, et qu'on décompose par l'eau les corps qui résultent de cette condensation

$$R - C \equiv Az + (R_1 R_2)CBr - CO^2C^2H^5 + Zn = R - C \begin{cases} // Az - Zn\,Br \\ \backslash C(R_1 R_2) - CO^2C^2H^5. \end{cases}$$

$$2R - C \begin{cases} // Az - Zn\,Br \\ \backslash C(R_1 R_2) - CO^2C^2H^5 \end{cases} + 4H^2O = 2AzH^3 + Zn(OH)^2 + Zn\,Br^2 + 2R - CO - C(R_1 R_2).CO^2C^2H^5.$$

» La réaction s'effectue aisément avec les nitriles acycliques et les éthers bromés des acides gras; elle se produit également avec ces mêmes éthers et les benzonitriles ou les nitriles cycliques substitués en para. Par contre, les nitriles cycliques substitués en ortho ne donnent que des traces d'éthers β-cétoniques. Enfin, les nitriles cycliques dont le groupement fonctionnel est fixé sur une chaîne latérale, tels que le cyanure de benzyle, se prêtent facilement à la condensation; cette réaction a été appliquée aux éthers bromopropionique, bromo-isobutyrique et bromo-isovalérique d'une part et, d'autre part, aux nitriles acétique, propionique, butyrique, isocaproïque, benzoïque, paratoluique et phénylacétique. Elle est donc très générale et présente sur les méthodes connues l'avantage de permettre de

(1) Faculté des Sciences de Lille.

faire varier à volonté, dans la molécule des éthers β-cétoniques, les radicaux R, R_1 et R_2. Cette généralité s'étend évidemment aux cétones qui résultent du dédoublement des éthers β-cétoniques.

» Le dédoublement cétonique de ces éthers, au moyen des acides étendus, devient de plus en plus difficile à mesure que leurs poids moléculaires augmentent ; il est préférable de l'effectuer à l'aide des alcalis en solution aqueuse, à 30 pour 100, et à l'ébullition.

» Enfin, tandis que les dérivés monoalcoylés de l'éther acétylacétique donnent, en général, des réactions colorées avec le perchlorure de fer, les dérivés correspondants des éthers acidylacétiques homologues ne se colorent plus par ce réactif ; ces corps ne semblent donc plus susceptibles de prendre la forme tautomère énolique ou, tout au moins, n'existent à l'état libre que sous la forme cétonique.

» La condensation peut être effectuée en l'absence de tout dissolvant, mais il est préférable d'opérer en présence du benzène ; le rendement est accru et l'on évite la polymérisation de certains nitriles. Le mode opératoire détaillé sera publié au *Bulletin de la Société chimique*, et je me bornerai à indiquer ici que le rendement obtenu varie suivant les cas de 25 à 50 pour 100.

» Après avoir vérifié la méthode par la préparation des éthers méthylacétylacétique, diméthylacétylacétique et méthylbenzoylacétique, je l'ai généralisée en préparant quelques nouveaux éthers ainsi que les cétones correspondantes. Celles-ci ont été caractérisées à l'état de semi-carbazones.

» *Isopropylpropionylacétate d'éthyle :*

$$CH^3 - CH^3 - CO - CH\left(- CH\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\right) - CO^2C^2H^5.$$

— Ce corps, obtenu en condensant l'éther bromo-isovalérique et le propionitrile, bout à 108°-109° sous 21^{mm}. La cétone correspondante est connue.

» *Butyrylisobutyrate d'éthyle :* $CH^3 - CH^2 - CH^2 - CO - C(CH^3)^2 - CO^2C^2H^5$. — On obtient cet éther au moyen du butyronitrile et du bromo-isobutyrate d'éthyle ; il bout à 108°-110° sous 29^{mm}. La *propylisopropylcétone*, qu'il donne par saponification, bout à 129°-130° et fournit une *semicarbazone*, fusible à 117°-118°.

» *Isocaproylisobutyrate d'éthyle :* $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!>CH - CH^2 - CH^2 - CO - C(CH^3)^2 - CO^2C^2H^5$. — On prépare ce corps comme le précédent, mais en partant du nitrile isocaproïque ; il bout à 121°-124° sous 20^{mm}-22^{mm} et donne, par saponification, l'*isopropylisoamylcétone*. Celle-ci bout à 171°-172° ; sa *semicarbazone* fond à 98°-99°.

» Le *paratoluylisobutyrate d'éthyle :* $CH^3 - C^6H^4 - CO - C(CH^3)^2 - CO^2C^2H^5$,

obtenu à l'aide du nitrile paratoluique et de l'éther bromo-isobutyrique, bout à 169°-172° sous 25mm.

» Le *phénacétylisobutyrate d'éthyle* : $C^6H^5-CH^2-CO-C(CH^3)^2-CO^2-C^2H^5$, préparé en condensant le cyanure de benzyle et le bromo-isobutyrate d'éthyle, bout à 164°-165° sous 16mm; refroidi, il se prend en une masse cristalline. La *benzylisopropylcétone* qui lui correspond bout à 234°-235° et donne une *semicarbazone* fusible à 140°-141°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des dérivés organométalliques sur les éthers sels.* Note de M. A. Béhal, présentée par M. Haller.

« Une Note de M. Grignard, parue dans le dernier numéro des *Comptes rendus* (t. CXXXII, p. 336), m'oblige à présenter aujourd'hui l'ensemble d'un travail relatif à l'action des dérivés organométalliques sur les éthers sels de la série cyclique et acyclique.

» M. Masson a étudié, sous ma direction, l'action de ces dérivés sur les éthers sels de la série acyclique, et M. Valeur a commencé l'étude de la même réaction sur les éthers des acides bibasiques. Dans la série cyclique, les réactions sont plus complexes et j'ai effectué un grand nombre de recherches, tantôt seul, tantôt avec MM. Tiffeneau et Sommelet. En voici les principaux résultats :

» Les dérivés alcoylohalogénés du magnésium réagissent sur les éthers sels de la série cyclique et leur action peut être décomposée en trois phases :

» Dans la première, il y aurait fixation d'une molécule du dérivé organométallique halogéné sur l'éther sel :

$$\text{I.}\quad \underset{\underset{\displaystyle O}{\|}}{R-C}-O-C^2H^5+I-Mg-CH^3=R-\overset{\overset{\displaystyle CH^3}{|}}{\underset{\underset{\displaystyle O-Mg-I}{|}}{C}}-O-C^2H^5.$$

» Dans la seconde, une seconde molécule du dérivé organométallique se fixe et élimine une molécule d'iodoalcoylate de magnésium :

$$\text{II.}\quad R-\overset{\overset{\displaystyle CH^3}{|}}{\underset{\underset{\displaystyle O-Mg-I}{|}}{C}}-O-C^2H^5+I-Mg-CH^3=R-\overset{\overset{\displaystyle CH^3}{|}}{\underset{\underset{\displaystyle O-Mg-I}{|}}{C}}-CH^3+I-Mg-O-C^2H^5.$$

» Enfin, dans la troisième phase, il y a formation d'un carbure à fonc-

tion éthylénique :

$$\text{III.}\quad R - \underset{\substack{|\\ O - Mg - I}}{\overset{\substack{CH^3\\ |}}{C}} - CH^3 = H - O - Mg - I + R - \overset{\substack{CH^3\\ |}}{C} = CH^2.$$

» Il est possible qu'il se forme transitoirement l'alcool tertiaire correspondant. Cependant, dans tous les cas, on a obtenu le carbure éthylénique à part le méthylsalicylate de méthyle qui a fourni l'alcool.

» Les fonctions phénol libres ou éthérifiées ne s'opposent pas à cette réaction.

» Les corps ainsi obtenus se polymérisent avec une grande facilité et donnent naissance pour la plupart à des dimères bien cristallisés.

» Ces dimères se forment dans la réaction qui donne naissance aux monomères et parfois leur proportion est dominante. Ils distillent dans le vide sans altération. L'union des deux molécules s'est faite par la fonction éthylénique; en effet, les corps qui possèdent des fonctions phénoliques libres restent solubles dans les alcalis et, de plus, ne fixent pas le brome par addition.

» Théoriquement, il peut se former deux isomères dans cette réaction :

$$\begin{array}{c} \quad CH^3 \\ \quad | \\ R - C - CH^2 \\ \quad | \quad\;\; | \\ R - C - CH^2 \\ \quad | \\ \quad CH^3 \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ R - C \;-\; CH^2. \\ | \qquad\quad | \\ CH^2 - C - R \\ | \\ CH^3 \end{array}$$

» Je n'ai pas pu jusqu'ici isoler les deux isomères.

» Les dimères, chauffés à la pression ordinaire, se scindent lentement en deux molécules de monomères. Il ne se forme que peu de produits accessoires provenant de la décomposition d'une partie de la molécule; du reste, si l'on emploie un ballon à col peu élevé, on peut les distiller à la pression ordinaire sans altération très notable.

» Les corps à chaîne pseudopropylénique s'oxydent sous l'influence du permanganate ou du mélange chromique employés en proportion ménagée en donnant des méthylcétones :

$$R - C \begin{matrix} \nearrow\!\!\!\!\nearrow CH^2 \\ \searrow CH^3 \end{matrix} + O^3 = R - CO - CH^3 + CH^2O^2.$$

» Traités par l'iode et l'oxyde de mercure en présence de l'alcool comme

l'a indiqué M. Bougault, ils donnent des corps se combinant au bisulfite de sodium. On pourrait penser que les dérivés ainsi obtenus sont des aldéhydes et ont été engendrés dans la réaction représentée par le schéma suivant :

$$R-C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup CH^2\\ \diagdown CH^3\end{matrix} + IOH = R-\begin{matrix}\diagup CH^2OH\\ CI\\ \diagdown CH^3\end{matrix} = R-\begin{matrix}\diagup CHO\\ CH\\ \diagdown CH^3\end{matrix} + HI.$$

» Il n'en est rien. Ces corps donnent bien des combinaisons bisulfitiques, mais celles-ci sont décomposables par l'eau. Ils fournissent des oximes, mais celles-ci sont différentes de celles obtenues avec les aldéhydes découverts par M. Bougault, et qui répondent au schéma indiqué plus haut. Ils donnent, sous l'influence du brome, du bromoforme; leur point d'ébullition est plus élevé que celui des aldéhydes. Ils ne recolorent pas la fuchsine décolorée par l'acide sulfureux. Tous ces caractères conduisent à les considérer comme des méthylcétones à chaîne normale, il y a donc eu transposition moléculaire dans leur genèse et l'on peut représenter la réaction qui leur a donné naissance par l'équation suivante :

$$\underbrace{R-\begin{matrix}\diagup CH^2OH\\ CI\\ \diagdown CH^3\end{matrix}}_{\text{Iodhydrine.}} = HI + \underbrace{R-CH^2-CO-CH^3}_{\text{Méthylcétone.}}.$$

» La chaîne pseudopropylénique s'est donc changée en une chaîne propylique. C'est là une transformation très intéressante et dont on n'a pas encore d'exemple. La transformation inverse, au contraire, est connue : il suffit de rappeler la formation de la pinacoline à partir de la pinacone, celle de l'aldéhyde diphénylacétique au moyen de l'hydrobenzoïne (Breuer et Zincke, *Z. A.*, t. CXCVIII, p. 182), celle de l'acide diphénylglycolique à partir du benzile.

» Je me propose de montrer prochainement, dans un travail fait en collaboration avec M. Tiffeneau, que si les aldéhydes découverts par M. Bougault possèdent une chaîne pseudopropylénique, celle-ci provient de la transformation de la chaîne propylénique des corps mis en œuvre et non d'une chaîne triméthylénique, comme l'a supposé M. Bougault, en faisant d'ailleurs des réserves. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses d'alcools tertiaires de la série grasse.* Note de M. **Henri Masson**, présentée par M. Haller.

« Sur les conseils de M. Béhal, j'ai étudié l'action des dérivés organométalliques sur les éthers dérivés des acides monobasiques de la série grasse. Je me suis servi, pour faire cette étude, au début, des dérivés organométalliques du zinc; j'ai ensuite utilisé les dérivés organométalliques du magnésium, qui sont plus maniables que ceux du zinc et avec lesquels la réaction est plus nette. Dans tous les cas, j'ai obtenu des alcools tertiaires.

» En faisant agir sur un éther-sel l'iodure de magnésium méthyle ou éthyle, on détermine la transformation du groupement $X - CO^2C^2H^5$ en $X - C\begin{smallmatrix}\diagup R\\ - OH\\ \diagdown R'\end{smallmatrix}$, la nature des radicaux $R - R'$ et X dépendant d'une part de l'iodure alcoolique employé, d'autre part de l'éther-sel mis en œuvre.

» J'ai étudié cette réaction seulement dans le cas des iodures de méthyle et d'éthyle, c'est-à-dire quand $R = R'$; je me propose d'étudier le cas où R est différent de R' en faisant un mélange équimoléculaire de deux iodures alcooliques pour préparer le dérivé organométallique.

» Voici comment il convient d'opérer pour obtenir de bons rendements.

» On prépare une solution éthérée de dérivé organométallique (2 molécules) comme l'indique M. Grignard, et l'on y laisse tomber goutte à goutte l'éther-sel (1 molécule). Quand tout est ajouté, on chauffe pendant quatre ou cinq heures au bain-marie et on laisse en contact environ douze heures. On décompose alors par l'eau acidulée par l'acide acétique; on décante l'éther surnageant et on le traite par une solution de bicarbonate alcalin pour enlever l'excès d'acide acétique. On distille cet éther au bain-marie, et le résidu est chauffé avec de la potasse alcoolique pour saponifier le reste d'éther-sel qui n'aurait pas réagi. On distille l'alcool au bain-marie, on ajoute de l'eau au résidu pour dissoudre le sel de potasse. La couche surnageante est décantée, lavée à l'eau plusieurs fois, séchée sur le sulfate de soude anhydre et rectifiée.

» Avec les éthers-sels des acides élevés de la série il est préférable, après saponification, d'entraîner l'alcool au moyen de la vapeur d'eau.

» Avec cette méthode on obtient des rendements de 80 à 85 pour 100 en alcool tertiaire, avec environ 1 pour 100 de carbure éthylénique correspondant.

» Voici la liste des alcools tertiaires nouveaux obtenus jusqu'ici :

		Point d'ébullition.
Méthyl 2-pentanol 2 (diméthylpropylcarbinol)	$C^{3}H^{7}-\overset{\diagup CH^{3}}{\underset{\diagdown CH^{3}}{COH}}$	124°
Éthyl 3-hexanol 3 (diéthylpropylcarbinol)	$C^{3}H^{7}-\overset{\diagup C^{2}H^{5}}{\underset{\diagdown C^{2}H^{5}}{COH}}$	159
Méthyl 5-éthyl 3-hexanol 3 (diéthylisobutylcarbinol)........	$C^{4}H^{9}-\overset{\diagup C^{2}H^{5}}{\underset{\diagdown C^{2}H^{5}}{COH}}$	172
Méthyl 2-heptanol 2 (diméthylamylcarbinol)...............	$C^{5}H^{11}-\overset{\diagup CH^{3}}{\underset{\diagdown CH^{3}}{COH}}$	162
Éthyl 3-octanol 3 (diéthylamylcarbinol)...................	$C^{5}H^{11}-\overset{\diagup C^{2}H^{5}}{\underset{\diagdown C^{2}H^{5}}{COH}}$	199
Méthyl 2-octanol 2 (diméthylhexylcarbinol)................	$C^{6}H^{13}-\overset{\diagup CH^{3}}{\underset{\diagdown CH^{3}}{COH}}$	178
Éthyl 3-undécanol 3 (diéthyloctylcarbinol).................	$C^{8}H^{17}-\overset{\diagup C^{2}H^{5}}{\underset{\diagdown C^{2}H^{5}}{COH}}$	250

» Ces alcools sont liquides, plus légers que l'eau, distillent sans décomposition à la pression ordinaire et sont entraînables par la vapeur d'eau.

» Directement, ces alcools ne donnent pas de combinaisons avec le réactif de Denigès, mais j'ai trouvé qu'en ajoutant un peu d'alcool ordinaire il y avait précipitation immédiate.

» Traités par le phosphore et l'iode, ils donnent des dérivés iodés. Ceux-ci ne distillent pas sans décomposition à la pression ordinaire, mais s'entraînent à la vapeur d'eau. Traités par la potasse alcoolique, ils donnent le carbure éthylénique correspondant.

» La meilleure préparation du carbure éthylénique est de chauffer l'alcool tertiaire avec la quantité théorique d'anhydride acétique, en présence d'un peu de chlorure de zinc, pendant environ trois heures.

» J'ai commencé l'étude de ces carbures éthyléniques. En partant de l'éthyl 3-hexanol 3, j'ai obtenu un carbure éthylénique qui bout à 119°-120°.

» A l'aspect de la formule

$$CH^3 - CH^2 - CH^2 - COH \begin{cases} CH^2 - CH^3 \\ CH^2 - CH^3 \end{cases}$$

on voit que la déshydratation peut se faire de deux manières différentes; on peut avoir l'un des deux carbures isomères suivants :

$$CH^3 - CH^2 - CH = C \begin{cases} CH^2 - CH^3 \\ CH^2 - CH^3 \end{cases} \qquad CH^3 - CH^2 - CH^2 - C \begin{cases} CH^2 - CH^3 \\ \| CH \\ \quad \backslash CH^3 \end{cases}$$

» Pour trancher la question je me suis adressé à l'oxydation, et j'ai employé le mélange chromique.

» J'ai obtenu ainsi, d'une part, une cétone

$$CH^3 - CH^2.CH^2.CO - CH^2.CH^3$$

hexanone-3 que j'ai caractérisée par son point d'ébullition (122°-124°), par son analyse et par l'analyse de sa semi-carbazone qui fond à 118°; d'autre part, de l'acide acétique qui a été caractérisé par l'analyse de son sel d'argent. Il se forme en même temps un peu d'acide butyrique provenant de l'oxydation ultérieure de l'hexanone.

» Le carbure éthylénique est donc l'éthyl-2-hexène-2

$$CH^3 - CH^2 - CH^2 - C \begin{cases} C^2H^5 \\ \| CH \\ \quad \backslash CH^3. \end{cases}$$ »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les spectres d'absorption des indophénols et des colorants du triphénylméthane.* Note de MM. C. Camichel et P. Bayrac, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. CXXXII, n° 6), nous avons montré que la loi des auxochromes, énoncée par M. Lemoult, ne s'appliquait pas aux indophénols, et nous avons expliqué l'erreur qui avait été commise dans les expériences qui paraissaient avoir établi cette loi. Notre conclusion était la suivante : les indophénols à azote tertiaire (c'est-à-dire dérivés de la *p*.-amidodimethylaniline) présentent une bande rouge qui commence dans le spectre visible et se termine dans l'infra-rouge; la posi-

tion de cette bande ne peut être définie par ses extrémités apparentes. Nous nous proposons aujourd'hui de généraliser cette conclusion.

» *a*. Nous avons étudié trois indophénols à azote primaire (c'est-à-dire de la *p*.-phénylènediamine); nos expériences ont porté sur :

L'indophénol du thymol,
» de l'orthocrésylol,
» du phénol.

» Le premier et le dernier de ces corps ont été préparés cristallisés par l'un de nous; le deuxième provient de la Société des matières colorantes de Saint-Denis.

» Les conclusions ont été les mêmes que pour les indophénols à azote tertiaire.

» Voici quelques nombres indiquant, pour une solution A d'indophénol du phénol ordinaire à azote tertiaire, et pour une dissolution B d'indophénol du phénol ordinaire à azote primaire, quelques valeurs du coefficient k par lequel il faut multiplier l'intensité incidente dans la solution pour avoir l'intensité émergente; les longueurs d'onde correspondant aux diverses valeurs de k sont marquées en regard. Les solutions A et B sont faites avec des teneurs du corps dissous proportionnelles aux poids moléculaires, c'est-à-dire à 226 et 198.

	k.	
λ.	A.	B.
μ 0,720	0,305	0,773
0,700	0,135	0,543
0,686	0,030	0,363
0,671	»	0,206
0,660	»	0,115

» B est la solution de l'indophénol du phénol ordinaire à azote primaire, préparé par la Société de Saint-Denis.

» On voit que l'indophénol à azote tertiaire est beaucoup plus absorbant que l'autre; c'est ce qui explique l'aspect des deux spectres de A et B. La bande rouge donnée par B *paraît* déplacée vers les radiations plus réfrangibles. Les nombres précédents montrent aussi avec quelle rapidité la courbe représentative de k monte au voisinage de l'infra-rouge.

» Nous avons pensé que les colorants du triphénylméthane, mentionnés dans la Note de M. Lemoult (*Comptes rendus*, t. CXXXI, n° 21), qui donnent, eux aussi, une bande rouge, présentaient la même particularité que les indophénols.

» Les corps que nous avons pu étudier sont : le vert malachite, le vert sulfo-J, le violet cristallisé (hexaméthylé), le vert de méthyle.

» Le résultat a toujours été le même : bande rouge dont une extrémité seulement est dans le spectre visible.

» Nous pouvons conclure des expériences précédentes que la loi des auxochromes n'existe pas davantage pour les composés du triphénylmé-

thane que pour les indophénols. Le remplacement d'un azote tertiaire par un azote primaire, le nombre des azotes tertiaires sont des facteurs ayant une grande influence sur l'absorptiou de la lumière [on voit, par exemple, que le remplacement de $(CH^3)^2$ par H^2 dans l'indophénol du phénol rend le corps moins absorbant]. Mais la loi véritable du phénomène reste à trouver.

» Nous avons étudié l'influence de la concentration sur les solutious alcooliques d'indophénols et sur les solutions aqueuses des colorants du triphénylméthane; jusqu'à présent, nous avons toujours vérifié que le coefficient d'absorption est proportionnel à la concentration. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution du glucose* (¹). Note de M. **L.-J. Simon**, présentée par M. Haller.

» Les propriétés aldéhydiques du glucose sont représentées par la formule linéaire de Berthelot, Fittig, Kiliani :

$$CH^2OH - CHOH - CHOH - CHOH - CHOH - CHO.$$

Cette formule est d'accord avec les processus de réduction et d'oxydation, avec la fixation d'acide cyanhydrique réalisée par Kiliani et enfin elle encadre bien les recherches stéréochimiques de Fischer.

» Par contre, cette formule laisse inexpliqués certains points intéressants :

» 1° La stabilité des sucres réducteurs à l'état libre; la disparition des caractères de la fonction aldéhydique dans les pentacétates (Franchimont, Erwig et Königs, Tanret), dans le pentabenzoate (Skraup), dans les glucosides synthétiques (Fischer), ainsi que dans certains glucosides naturels (Marchlewski).

» 2° L'apparition d'une nouvelle isomérie pour les phénylhydrazones (Skraup), les oximes (Wohl), les pentacétates (Franchimont, Tanret), les pentanitrates (Will et Lenze), les chloraloses (Heffter, Hanriot) et surtout pour les glucosides (Fischer);

» La découverte des modifications particulières du glucose, du galactose et des autres aldoses qui a permis à Tanret de donner l'explication décisive du phénomène de la multirotation.

» J'ai été amené à cette manière de voir par le raisonnement suivant :

» L'isomérie particulière que présentent certains dérivés du glucose

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(pentacétates, phénylhydrazones, chloraloses, glucosides) et les modifications α et γ du glucose lui-même, n'a pas le même caractère que l'isomérie que présentent entre eux les différents hexoses (glucose, mannose, galactose, etc.).

» Des deux pentacétates, on a pu repasser au glucose qui leur correspond, au dextrose et non pas à un autre, tel que le mannose; des deux méthylglucosides, Fischer est revenu au dextrose sans retomber sur un de ses isomères. De chacune des modifications α, β, γ de Tanret, on peut repasser aux autres sans jamais franchir le fossé qui semble les séparer du mannose, du galactose ou des autres.

» Il ne peut donc être question ici que d'une isomérie en quelque sorte surnuméraire, greffée superficiellement sur la première. A cette isomérie surnuméraire correspondraient des formes d'équilibre secondaire, stables dans certaines conditions, instables dans d'autres.

» L'action de l'eau serait l'une de ces circonstances défavorables; au sein de l'eau, cette isomérie surnuméraire disparaîtrait et ne laisserait subsister que la forme aldéhydique.

» *Vérifications.* — 1° Dans ces conditions, il fallait donc s'attendre à voir les pouvoirs rotatoires des deux isomères surnuméraires oxydiques comprendre entre eux celui de l'isomère aldéhydique. C'est, en effet, ce qui résulte des faits :

Pouvoir rotatoire.	α.	γ.	$\frac{\alpha+\gamma}{2}$.	β.
Glucose........	106	22,5	64,25	52,5
Galactose......	135	53	94	81,6
Arabinose......	175	$<75,5$	125	104, 105
Rhamnose.......	$-6,5$	15,8	4,65	10,1
Lactose........	88	<32	60	56

» *Le pouvoir rotatoire de la modification* β *est toujours compris entre les pouvoirs rotatoires des modifications* α *et* γ *et à peu près à égale distance de chacun d'eux.*

» On rend compte actuellement de la plupart de ces manifestations expérimentales en admettant pour le glucose deux formules tautomères, l'une aldéhydique qui n'est autre que la formule de Berthelot écrite plus haut, et l'autre qui renferme une liaison oxydique et dont il faut faire remonter la première idée précise à Tollens.

$$CH^2OH - CHOH - \underset{\lfloor______________}{CH} - CHOH - CHOH - \underset{______________\rfloor}{CHOH}.$$
(pont O reliant le troisième carbone CH au dernier CHOH)

» Il est clair que l'on peut aisément passer de l'une à l'autre par une hydratation et une déshydratation successives.

» La liaison oxydique fait apparaître dans la formule un nouvel atome de carbone asymétrique (le dernier); aux deux configurations qu'il permet de concevoir correspondront donc deux isomères. En sorte que nous disposerons, *pour un glucose déterminé*, de trois formes distinctes : une aldéhydique et deux oxydiques.

» Dès que Tanret eut isolé à l'état libre les trois modifications du glucose qu'il a désignées sous les symboles (α, β, γ,), Lobry de Bruyn et van Ekenstein d'une part, O. von Lippmann d'autre part, les ont fait correspondre aux trois formules schématiques. Leurs hypothèses sont distinctes. Ces deux hypothèses distinctes ont cependant ceci de commun que ces deux savants attribuent au glucose β, celui qui ne présente pas de multirotation, une formule oxydique.

» C'est à l'hypothèse opposée que je me suis arrêté.

» *La forme β du glucose, celle dont le pouvoir rotatoire prend immédiatement sa valeur limite, correspond à la formule aldéhydique.*

» *Les formes α et γ qui possèdent la multirotation, c'est-à-dire qui prennent en solution aqueuse des pouvoirs rotatoires immédiats variables, tendant en sens inverse l'un de l'autre vers le pouvoir de β, correspondent aux deux configurations stéréochimiques de la formule oxydique.*

» 2° Les méthylglucosides de Fischer ne diffèrent des glucoses que par la substitution de CH^3 à H, ce qui ne doit pas modifier profondément les relations de ce genre. Cela résulte encore des données numériques.

	a.	*c.*	$\frac{a+c}{2}$.	Modif. β de Tanret.
Méthylglucoside	155,5	−31,85	62	52
Méthylgalactoside	178,8	+ε	89,4	80°,4
Méthylxyloside	152,2	−65,8	43°	19°,2

Le pouvoir rotatoire de la modification β est encore compris entre les pouvoirs rotatoires des deux méthylglucosides correspondants et à peu près à la même distance de chacun d'eux.

» Les éthylglucosides ne sont connus que sous la modification *a*; on ne peut donc, à leur égard, conclure de la même manière d'une façon certaine. Cependant, comme les valeurs des pouvoirs rotatoires varient très peu lorsqu'on passe d'un méthylglucoside à l'éthylglucoside correspondant, il y a toute vraisemblance pour qu'il en soit de même dans ce cas.

» 3° Dans la manière de voir actuelle, les hydrazones, les oximes, etc., seraient représentées par la formule oxydique : leur isomérie serait surnuméraire. Et comme, pour ces dérivés, rien ne s'oppose en outre à l'existence d'une modification déduite de la formule aldéhydique, ils devront posséder la multirotation et se conduire à cet égard comme le glucose lui-même. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Les actions diastasiques du platine colloïdal et d'autres métaux* (1). Note de M. G. **Bredig**, présentée par M. Duclaux.

« Berzélius avait signalé l'analogie entre l'action de contact du platine dans la décomposition de l'eau oxygénée et l'action des ferments solubles. Schönbein montra qu'un grand nombre d'enzymes exerçaient sur l'eau oxygénée la même action accélératrice ou *catalytique* que le platine. L'étude de ces actions catalytiques a été reprise dans ces dernières années; le nombre de ces actions est extrêmement grand et leur importance, mise en lumière surtout par Ostwald, est très grande aussi bien pour la Science que pour les applications techniques. Je rappelle ici l'action catalytique des ions H des acides dans la transformation de l'amidon en sucre, dans l'inversion du saccharose, dans la saponification des éthers, et parallèlement les actions de l'amylase, de l'invertine et de la lipase. Rapprochons encore l'action sur les corps albuminoïdes des ions H d'une part, de la pepsine et de la trypsine de l'autre; la fermentation alcoolique par le zymase de Buchner, la théorie de von Bayer sur la formation des hydrates de carbone par la réduction de l'acide carbonique en aldéhyde dans l'assimilation des plantes, et la même action réductrice produite par le palladium hydrogéné d'après Bach; la décomposition du formiate de chaux par l'iridium d'une part et par certaines bactéries de l'autre. Enfin, de même que la mousse de platine, un grand nombre de diastases (celles du pancréas, émulsine, invertine, myrosine, abrine, ricine, etc.), d'extraits d'organes végétaux ou animaux, certaines toxines (par exemple, la toxine diphtérique d'après Ruppel) et le liquide organique le plus important, le sang, accélèrent la décomposition de l'eau oxygénée. Cette action sur l'eau oxygénée peut disparaître par l'élévation de la température ou par l'addition de certaines substances, sans que l'action spécifique de ces diastases disparaisse. On

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie physique de l'Université de Leipzig.

pourrait donc admettre que la catalyse de l'eau oxygénée est due à une diastase spéciale mêlée aux diastases spécifiques précédentes. Cette conclusion résulte de ces faits que le sulfate d'ammonium précipite cette diastase comme tous les colloïdes, que des quantités extrêmement faibles de diastase suffisent pour décomposer de grandes quantités d'eau oxygénée, et que cette action catalytique disparaît par l'addition de traces d'électrolytes, d'acide cyanhydrique, d'hydroxylamine, etc.

» L'étude approfondie de l'action des catalysateurs inorganiques, surtout des ions H des acides et des ions OH des bases, a été faite un grand nombre de fois : leur action est soumise aux lois de la Cinétique chimique (Guldberg et Waage, Van't Hoff, Ostwald, Arrhenius, etc.). Il ne manque pas d'essais faits pour soumettre l'action des diastases organiques aux mêmes lois : je rappelle ici les belles recherches de Duclaux ([1]), Tamman, Medwedew, O'Sullivan, etc. Mais dans toutes ces recherches apparaît une différence fondamentale entre l'action des diastases et celle des catalysateurs inorganiques : tandis que ces derniers (par exemple, dans l'action des acides sur le saccharose) exercent leur action en milieu *homogène*, les diastases organiques sont toutes des colloïdes; or les recherches de Linder, Picton, van Bemmelen, Barus, Bredig, etc., montrent que ces solutions colloïdales sont des suspensions de particules extrêmement petites, dont la grandeur est inférieure à la longueur d'onde lumineuse; ce sont donc des milieux *hétérogènes*. On peut donc dire que les acides sont des catalysateurs *homogènes*, et les diastases organiques des catalysateurs *hétérogènes*. On ne doit donc pas être surpris de trouver des différences entre les actions de ces deux types de catalysateurs.

» Comme la composition des diastases organiques est extrêmement complexe et encore inconnue, il était important de pouvoir étudier l'action de catalysateurs inorganiques hétérogènes. Cette étude a été rendue possible par l'emploi de solutions *colloïdales* de métaux, surtout du platine. Par une méthode que j'ai décrite en 1898 dans le *Zeitschr. f. angew. Chemie*, en faisant éclater l'arc voltaïque dans l'eau distillée entre deux fils de platine, on obtient une solution très sombre (brun noir), traversant les filtres, qui polarise la lumière, qui peut être considérée comme une solution colloïdale du platine, et qui possède des actions catalytiques intenses que j'ai étudiées en collaboration avec MM. Müller von Berneck, K. Ikeda et K. Ernst.

([1]) Duclaux, *Microbiologie*, Vol. II.

» Le premier fait est la quantité extrêmement faible de platine qui suffit pour produire la catalyse de grandes quantités de substances. Ainsi, par exemple, dans une expérience de M. Ernst, $25^{cc},5$ de ma solution de platine contenant $0^{mgr},17$ de Pt produisirent, en deux semaines, la combinaison de 10^{lit} du mélange explosif oxygène + hydrogène, et, après cette action, l'activité de la solution s'est plutôt accrue. Une trace d'acide cyanhydrique, d'iode ou d'acide sulfhydrique diminue considérablement cette activité. (Faraday avait déjà signalé l'action inhibitrice de H^2S pour le platine métallique.) De même, M. Müller von Berneck trouva qu'une solution colloïdale de platine contenant 1^{gr} de Pt dans 300 millions de grammes d'eau accélère, d'une manière sensible, la décomposition de l'eau oxygénée. L'or colloïdal exerce en milieu alcalin une action presque aussi intense que le platine, comme l'ont montré des expériences que j'ai faites avec M. Reinders. Ces actions intenses rappellent les actions aussi intenses produites par certaines diastases, par les toxines et les poisons.

» De même que les diastases sont, en général, précipitées par les électrolytes, le platine colloïdal l'est aussi.

» L'action des diastases organiques augmente avec la température jusqu'à une température optimum et, après avoir passé par un maximum, leur action diminue; cette propriété avait été considérée comme une caractéristique spécifique de l'action des diastases organiques. M. Ernst a trouvé que le même optimum de température existe pour l'action catalytique du platine colloïdal dans la combinaison du mélange oxyhydrique. A une température supérieure, l'activité du platine colloïdal va en diminuant.

» De même que beaucoup de diastases et le sang, le platine colloïdal colore en bleu la teinture de gaïac et rougit l'aloïne; et cette action est empêchée pour le platine colloïdal, comme pour les diastases, après addition d'acide cyanhydrique ou de H^2S. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Rôle des canaux péritonéaux.* Note de M. S. Jourdain, présentée par M. Edmond Perrier.

« Chez tous les Vertébrés femelles, il existe une ouverture établissant une communication entre la cavité splanchnique et l'extérieur. Cette ouverture consiste primordialement en une solution de continuité des parois ventrales, par laquelle l'œuf est expulsé au dehors. L'œuf détaché de l'ovaire tombe dans la cavité splanchnique et, soit par le jeu de cils vibratiles,

soit par les contractions des parois de cette cavité, est poussé vers le pore abdominal, point de moindre résistance, qui lui livre passage. Par suite d'un perfectionnement, ce pore se prolonge à l'intérieur sous forme d'une tubulure, l'oviducte, qui assure d'une manière plus régulière la sortie du produit femelle.

» Divers Vertébrés aquatiques possèdent un autre orifice, établissant une communication entre la cavité abdominale et l'extérieur. Ces orifices, connus sous le nom de *canaux péritonéaux*, se rencontrent chez les Sélaciens et certains Reptiles (Crocodiliens, Chéloniens).

» Ils ne paraissent pas devoir être considérés comme homologues des pores abdominaux et physiologiquement ils en diffèrent.

» Chez les Sélaciens, on pourrait les nommer *canaux péritonéo-péricardiques*, puisqu'ils mettent non seulement la cavité abdominale, mais encore le péricarde, en communication avec l'extérieur.

» Ils perdent de leur importance chez les Chéloniens, où ils sont réduits chacun à un cul-de-sac diverticulaire de la cavité péritonéale. Il n'existe donc plus de communication effective du sac péritonéal avec l'extérieur.

» Jamais ces conduits ne livrent passage aux produits de la génération. Dans les animaux où on les rencontre, il existe toujours un oviducte canalisé.

» Quel est l'usage de ces canaux péritonéaux? J'ai pu m'assurer que, chez les Sélaciens, ils servent à lester l'animal par l'introduction d'une certaine quantité du liquide ambiant dans la cavité péritonéo-péricardique et à le délester par l'expulsion du liquide introduit. Ils jouent donc le même rôle que les caisses à eau ou ballasts de nos bateaux plongeurs. Ils agissent à l'inverse de la vessie natatoire, qui transforme les poissons qui en possèdent en aéronautes aquatiques.

» Chez plusieurs Invertébrés, il existe, en dehors des organes segmentaires, une communication facile entre la cavité générale et l'eau ambiante. J'ai signaté jadis une disposition de cette nature chez le *Sipunculus gigas*, dont l'extrémité postérieure du corps s'ouvre à l'extérieur par un orifice muni d'un sphincter. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'action du chloroforme sur le pouvoir réducteur du sang.* Note de MM. **M. Lambert** et **L. Garnier**, présentée par M. Armand Gautier.

« L'apparition de la propriété réductrice dans l'urine après chloroformisation, maintes fois signalée, a été expliquée de différentes façons. On

l'a tour à tour attribuée à de la glycose, à du chloroforme en nature et à une substance réductrice dérivée du chloroforme. L'expérience suivante montre que le pouvoir réducteur du sang défibriné augmente sensiblement sous l'action de vapeurs chloroformiques :

» Deux litres de sang défibriné provenant d'un animal, cheval ou bœuf, récemment sacrifié sont placés, par parties égales, dans deux vases identiques. Au fond de chaque vase est amené par un tube de verre un courant d'air provenant d'une trompe. Les courants d'air des deux vases, branchés sur la même conduite au moyen d'un tube en Y, ont la même intensité. Ils passent, avant de parvenir au sang, dans un flacon laveur contenant pour l'un des appareils quelques centimètres cubes d'eau (de manière à apprécier le courant d'air), et pour l'autre la même quantité de chloroforme. Un flacon garni de coton fait suite au premier, de manière à arrêter les parcelles de liquide qui pourraient être mécaniquement entraînées. Le sang est placé en même temps dans les deux vases laissés à la température du laboratoire, et l'on y prélève au bout de cinq minutes et après une heure des échantillons de 30^{gr} de sang dans lesquels on dose le pouvoir réducteur. La méthode d'analyse est celle que nous avons employée antérieurement (*Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, novembre 1900). Elle consiste à précipiter et à épuiser le sang par l'alcool à 95°. L'extrait alcoolique évaporé, dégraissé et repris par l'eau, est mis au contact d'un excès de liqueur cupropotassique bouillante. Le pouvoir réducteur est déterminé par le dosage volumétrique du cuivre précipité dans cette réduction.

» Le Tableau suivant donne les résultats de six expériences. Les chiffres expriment en glucose le pouvoir réducteur rapporté à 100^{gr} de sang :

	Sang aéré		Sang chloroformé	
	au début.	après une heure.	au début.	après une heure.
	gr	gr	gr	gr
Cheval.........	0,053	0,039	0,035	0,036
Bœuf.........	0,067	0,007	0,021	0,048
»	0,043	0,035	0,009	0,067
»	0,057	0,059	0,059	0,074
»	0,076	0,078	0,063	0,107
»	0,062	0,067	0,064	0,086

» On voit que la glycolyse, dont l'intensité est d'ailleurs variable suivant les expériences, paraît parfois suractivée au début sous l'influence des vapeurs chloroformiques. Mais, d'une manière constante, le pouvoir

réducteur du sang chloroformé est notablement augmenté au bout d'une heure.

» Ce fait ne peut pas tenir à la présence de chloroforme dans le liquide réducteur, étant donné le procédé d'épuisement employé.

» Il faut donc admettre, ou qu'il se forme aux dépens du chloroforme une substance réductrice (acide formique, acide trichlorométhylglycuronique?), ou que le chloroforme met en liberté un sucre réducteur résultant de la dissociation d'une molécule protéique.

» Il y a lieu de se demander si le chloroforme n'exerce pas une influence semblable quand il est administré à l'animal vivant. Dans des recherches récemment publiées (*loc. cit.*) nous avons vérifié que le pouvoir réducteur du sang augmente après l'anesthésie chloroformique et que, suivant la doctrine de Cl. Bernard, ce phénomène coïncide avec une diminution du glycogène hépatique. En pratiquant des circulations artificielles dans deux lobes d'un foie récemment extirpé avec du sang défibriné, dans l'un d'eux, avec le même sang saturé de chloroforme, dans l'autre, on constata que la disparition du glycogène se fait plus rapidement dans le second. En même temps le pouvoir réducteur du sang servant à la circulation augmente davantage pour celui qui est chloroformé, mais dans des proportions plus considérables que ne pourrait le faire présumer l'excès de glycogène disparu. C'est l'observation de ce dernier fait qui a servi de point de départ aux recherches que nous rapportons ici. Elles montrent que l'augmentation de pouvoir réducteur du sang chez les animaux chloroformés pourrait ne pas tenir uniquement à une formation plus active de sucre et à une diminution dans sa consommation. »

BOTANIQUE. — *Sur l'identité des modifications de structure produites dans les cellules végétales par le gel, la plasmolyse et la fanaison* (¹). Note de MM. **L. Matruchot** et **M. Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Note précédente (²), nous avons décrit les modifications de structure qu'on observe dans certaines cellules végétales soumises à l'action du froid.

(¹) Travail fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(²) Matruchot et Molliard, *Sur certains phénomènes présentés par les noyaux sous l'action du froid* (*Comptes rendus* t. CXXX, p. 788; 19 mars 1900).

» Nous avons montré en particulier que, dans le parenchyme des feuilles de Narcisse, certains noyaux présentent des déformations très constantes. La matière chromatique s'y dispose en un réseau à mailles larges, avec tendance à être rejetée à la périphérie; dans les cas de déformation extrême, la chromatine se condense sous forme d'une calotte ou d'un anneau équatorial, et le noyau prend une structure unipolaire ou bipolaire tout à fait caractéristique.

» Nous avons observé aussi que l'orientation déterminée dans les éléments nucléaires est en relation évidente avec la position respective du noyau et du suc cellulaire, ainsi qu'avec l'épaisseur de la couche protoplasmique qui sépare ces deux éléments.

» Enfin, nous avons tenté d'expliquer ces diverses structures en imaginant que, par l'action du gel, il se produit entre le noyau et le reste de la cellule des phénomènes de diffusion particuliers : il se produirait, à l'intérieur du noyau, une, deux ou plusieurs vésicules qui, augmentant de volume et refoulant devant elles le réseau chromatique en le comprimant, finiraient par déterminer les principales structures observées.

» Nos recherches ultérieures, outre qu'elles nous ont montré la généralité de ces modifications morphologiques, nous ont confirmé dans notre manière d'interpréter les faits et nous ont permis de pénétrer plus avant dans le mécanisme du phénomène. Nous avons été amenés à penser qu'il s'agit là d'une simple exosmose de l'eau de constitution du noyau, se traduisant d'ailleurs par une diminution de volume de celui-ci. Sous l'action du gel, il se ferait à l'intérieur du noyau une séparation entre deux substances : le nucléoplasma et l'eau de constitution. Le nucléoplasma, devenant moins liquide et plus chromatique, prendrait la forme d'un réseau à mailles larges et à filaments épais. L'eau de constitution, se séparant du reste du noyau, s'assemblerait en vésicules de plus en plus volumineuses, susceptibles même de faire éclater le noyau en se déversant au dehors.

» Cette manière de voir est en complet accord avec ce que l'on sait sur la mort des tissus par le gel. A la suite des recherches de divers expérimentateurs, en particulier de Müller Thurgau, qui avait montré que les tissus gelés sont appauvris en eau, Molisch a développé une théorie de la mort par le gel d'après laquelle la matière vivante ne meurt que parce que la congélation, déterminant un appel d'eau au dehors de la cellule, abaisse la teneur en eau du protoplasma à un degré incompatible avec sa vie.

» Nos expériences apportent, nous semble-t-il, une confirmation directe de cette théorie. En effet, au lieu d'observer l'exosmose de l'eau dans du cytoplasma, où ce phénomène n'accuse pas de caractères morphologiques bien particuliers, nous observons la sortie de l'eau hors d'un noyau, dans

des conditions où le processus du phénomène est bien défini et où l'on en peut facilement distinguer les divers stades.

» Cette particularité est due à la nature des cellules étudiées. Dans le parenchyme de Narcisse, en particulier, ce sont des cellules à large vacuole cytoplasmique, dans lesquelles le protoplasma est réduit à de minces lames dont l'une englobe le noyau. L'appel d'eau dû à la congélation se fait sentir, en ce cas, presque directement sur le noyau et y provoque une exosmose rapide de l'eau; on comprend dès lors que les troubles mécaniques ainsi apportés dans la texture du noyau déterminent une orientation des éléments nucléaires vers le point ou les points de diffusion maxima. De là l'origine de cette structure généralement uni- ou bipolaire que présentent les noyaux des cellules gelées : les pôles sont les points de facile sortie de l'eau, là où le noyau n'est séparé du suc cellulaire que par une mince couche protoplasmique.

» Si cette manière d'interpréter les faits est bien exacte, si c'est bien une sortie d'eau qui, par l'action du gel, se fait dans ces noyaux suivant un processus déterminé, on doit arriver à observer les mêmes phénomènes morphologiques en privant d'eau des cellules similaires de la même plante par d'autres procédés.

» C'est, en effet, ce que l'expérimentation démontre, pour la *dessiccation par plasmolyse* et pour la *fanaison*.

» 1° *Plasmolyse*. — En plasmolysant ces cellules particulières du parenchyme de Narcisse à l'aide de glycérine à 10 pour 100 additionnée d'un peu d'éosine, nous avons pu suivre, dans le champ du microscope, la formation de vésicules à l'intérieur du noyau, leur extension en volume, leur fusionnement deux à deux, leur éclatement au dehors; nous avons retrouvé, à diverses reprises, les stades correspondant à l'anneau équatorial si caractéristique des noyaux gelés. En un mot, avec des différences qui ne sont que de second ordre, nous avons déterminé dans les noyaux, par une exosmose d'eau due à la plasmolyse, les mêmes phénomènes morphologiques que par l'action du gel.

» 2° *Fanaison*. — Des feuilles de Narcisse coupées ont été abandonnées à la dessiccation naturelle (fanaison lente) ou soumise à une prompte dessiccation, à la température ordinaire, dans une atmosphère raréfiée et constamment desséchée (fanaison rapide). Dans l'un et l'autre cas nous avons retrouvé dans le protoplasma et le noyau les mêmes apparences que ci-dessus. Bien que l'exosmose de l'eau se fasse toujours ici plus lentement, elle détermine la même vacuolisation du cytoplasma et du noyau, et les figures nucléaires chromatiques sont tout à fait analogues à celles que nous avons décrites plus haut.

» En résumé, les faits qui viennent d'être énumérés établissent que le

gel, la plasmolyse et la fanaison lente ou rapide déterminent dans certaines cellules des phénomènes entièrement parallèles. En particulier le noyau s'y montre comme étant le siège d'une exosmose d'eau s'effectuant par un processus identique. Nous avons ainsi établi à l'aide d'arguments tirés de l'étude cytologique que la mort des cellules par congélation correspond bien à un abaissement considérable de la teneur en eau, et qu'en réalité la mort par gel est une mort par dessiccation. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Valeur alimentaire et culture de l'ajonc.* Note de M. A.-Ch. Girard, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Dans plusieurs régions de la France, particulièrement dans les terrains primitifs, l'ajonc épineux couvre de vastes surfaces appelées *landes;* dans un travail d'ensemble ([1]), nous avons montré que cette légumineuse peut jouer là un rôle très important comme engrais, comme litière, comme fourrage. C'est ce dernier point de vue, le plus intéressant et le plus controversé, que nous nous bornerons à envisager ici.

» L'analyse d'un grand nombre d'échantillons de provenances très diverses nous a appris que l'ajonc, venant dans des sols à peu près identiques, empruntant son azote à l'air libre, soustrait à l'action des pratiques culturales, a une composition assez uniforme; elle est en moyenne la suivante :

Eau	52,67
Cendres	1,57
Matières grasses	0,90
Matières azotées	4,55
Extractifs non azotés	25,99
Cellulose brute	14,32

» Le taux d'humidité est très faible pour une plante verte; celui de la cellulose est élevé; les matières azotées sont presque toutes à l'état d'albuminoïdes; enfin les matières ternaires, désignées sous le nom vague d'*extractifs non azotes,* introduit par la science allemande, comprennent une faible quantité de matières sucrées et de corps pectiques, une proportion de pentosanes variant de 8 à 10 pour 100, des acides organiques et de la vasculose.

» L'ajonc est constitué par deux parties distinctes, les tiges et les piquants; l'analyse de nombreux échantillons nous a permis de déterminer leur proportion et leur composition respectives :

([1]) *Annales agronomiques*, t. XXVII, p. 5.

	Tiges.	Piquants.
Proportion centésimale.......	32,09	67,91
Eau.......................	53,13	57,29
Cendres....................	0,88	1,47
Matières grasses.............	0,91	0,94
Matières azotées.............	2,24	4,98
Extractifs non azotés.........	24,14	22,99
Cellulose...................	18,70	12,33

» Les piquants, qui apportent une si grande gêne dans l'utilisation de la plante, en constituent cependant la partie la plus importante comme poids et comme richesse en principes alimentaires; on y trouve deux fois plus de matières azotées que dans la tige, un tiers en moins de cellulose; c'est donc un fourrage plus tendre et plus concentré. Il y a entre le piquant, feuille de forme particulière, et la tige, les mêmes relations que nous avons nous-même constatées entre la feuille d'arbre et le pétiole, entre la feuille et la branchette.

» En cherchant à améliorer l'ajonc, au point de vue fourrager, on irait au rebours de la logique, si l'on s'efforçait de produire une plante sans épines; ce qu'il faut tâcher de réaliser, c'est d'émousser les piquants tout en en multipliant le nombre.

» Mais le seul examen de la composition chimique ne peut suffire à fixer la valeur d'un fourrage et conduit à des erreurs graves, dont la théorie des équivalents nutritifs nous offre de nombreux exemples. Il faut, par des expériences directes sur les animaux, déterminer dans quelles proportions les divers éléments révélés par l'analyse sont utilisés par l'organisme, établir ce qu'on appelle les *coefficients de digestibilité*.

» Ces expériences faites sur le cheval et sur le mouton nous ont conduit aux résultats suivants :

	Matières azotées.	Cellulose.	Sucres et corps pectiques.	Corps saccha-rifiables.	Ensemble des extractifs non azotés.
Coefficients de digestibilité pour le cheval...	56,0	42,8	100	54,7	54,6
» » mouton..	51,8	33,1	100	65,8	53,8

» Le taux pour 100 des principes digérés est peu élevé, comme on voit. Mais ces chiffres prendront une signification plus grande, si on les compare à ceux que, par les mêmes procédés d'analyse et d'expérimentation, nous avons obtenus dans des recherches, effectuées en collaboration avec notre maître M. A. Müntz, sur les foins et les luzernes. Le Tableau suivant en donne le résumé, en ne tenant compte que des éléments digestibles qui seuls interviennent dans l'alimentation :

		Matières azotées digestibles.	Ensemble des matières ternaires digestibles.
		kg	kg
100kg d'ajoncs frais	contiennent...	2,550	21,220
» de luzerne verte	» ...	3,200	12,530
» » sèche	» ...	7,850	38,130
» de foin de prairies	» ...	4,810	52,620

» On voit que l'ajonc frais contient : $\frac{1}{5}$ en moins de matières azotées et près de 2 fois plus de matières ternaires digestibles que la *luzerne verte;* 3 fois moins de matières azotées et presque 2 fois moins de matières ternaires que le *foin de luzerne;* 2 fois moins de matières azotées et 2,5 fois moins de matières ternaires que le *foin de prairies.*

» Coordonnant toutes les données de nos expériences, quantités de fourrages consommés, poids des animaux, composition chimique et coefficients de digestibilité, nous pouvons résumer ainsi nos conclusions : 100kg *d'un mélange à poids égaux de foin de prairies naturelles et de foin de prairies artificielles seraient à peu près exactement remplacés par 250kg d'ajoncs frais,* en raisonnant sur des produits de qualité moyenne.

» Ceux qui dénigrent systématiquement l'ajonc et ceux qui le vantent à l'égal des meilleurs fourrages commettent une exagération. Même réduite à sa juste valeur, cette plante ne mérite pas moins l'attention des agriculteurs; il serait désirable que son emploi, dans l'alimentation du bétail, se généralisât dans les pays où elle vient en abondance.

» Cette légumineuse peut se cultiver comme une véritable prairie artificielle; si alors on rapproche les conditions de sa production des faits que nous venons de résumer, elle va nous apparaître comme une plante merveilleuse.

» Après avoir établi que les exigences en principes fertilisants d'une culture d'ajoncs sont aussi élevées que celles de la plupart de nos cultures, nous avons étudié les types de terres de landes où l'ajonc vient, soit spontanément, soit après semis; nous les avons trouvées ordinairement assez riches en potasse, mais d'une pauvreté extrême en acide phosphorique et en chaux; l'azote, qui est souvent abondant, n'y est pas susceptible de nitrifier. De pareils sols semblent frappés de stérilité; qu'on y sème des céréales, des prairies naturelles, des légumineuses, des racines, des tubercules, on n'obtiendra rien, si ce n'est de chétives récoltes de sarrasin ou de seigle. Qu'on y sème, au contraire, de l'ajonc, et sans engrais, sans soins, en laissant agir la nature, cette légumineuse, fixatrice d'azote, admirablement constituée pour exploiter le sol et l'atmosphère, fournira, pen-

dant une série d'années, des rendements que nos déterminations directes nous permettent d'évaluer à un minimum de 20000^{kg} par hectare et par an.

» Rapprochant nos données culturales de nos expériences d'alimentation, nous arrivons à cette conclusion frappante que *l'ajonc peut fournir une récolte correspondant, par hectare, à 8000^{kg} de foin; c'est-à-dire que la production d'une ajonnière, dans les sols les plus médiocres, vaut, surface pour surface, la production fourragère des terres les plus fertiles*.

» Connaissant dès lors les multiples services que l'on peut tirer de l'ajonc comme engrais, comme litière, et surtout comme fourrage, connaissant sa rusticité, la simplicité de sa culture, ses rendements élevés, nous nous refusons à considérer comme aussi déshérités qu'on le pense les pays de landes. Nous pensons au contraire qu'il y a là un champ admirable ouvert à l'initiative et aux capitaux des agriculteurs, qui sauront prendre cette ressource naturelle comme base de leur exploitation.

» Si les agronomes allemands ont donné au lupin le nom de *plante d'or des terrains sableux*, nous pouvons, sans exagération, attribuer à l'*ajonc* celui de *plante d'or des terrains primitifs*. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Examen d'une météorite tombée dans l'île de Ceylan, le* 13 *avril* 1795. Note de M. **Stanislas Meunier**. (Extrait.)

« La collection des météorites du Muséum d'Histoire naturelle vient de s'enrichir d'un échantillon précieux au point de vue historique, et j'accomplis un agréable devoir en adressant mes vifs remercîments à M. Émile Nève, à la générosité duquel nous en sommes redevables.

» Il s'agit d'une pierre tombée le 13 avril 1795, vers 8^h du matin, à l'île de Ceylan et qui ne figure jusqu'ici dans aucun Catalogue. La chute a été décrite en détail, dès l'année 1800, par Henrich-Julius Le Bek, qui était directeur de la Monnaie de Batavia [1]. Chladni, à la page 262 de son célèbre Ouvrage intitulé *Feuermeteore*, publié en 1816, a repris le récit de Le Bek, d'où il résulte qu'à la date indiquée, « on entendit dans la province » de Carnawelpattu, à 4 milles de Mulletiwa, un bruit ressemblant à une » canonade, pendant laquelle furent précipitées sur le sol beaucoup de

---

(1) *Bemerkungen über einige Ceilonische Fossilien und ihre Schleif Methode* (*Der Naturforscher*, 29e cahier, p. 242 à 252, Halle, in-8°). — Voir aussi *Moll's Annalen der Berg-und Hüttenkunde*, Vol. II, p. 97; 1803.

» pierres brûlantes qui, une fois refroidies, furent recueillies et apportées » au Gouverneur ». « Une de ces pierres, ajoute Chladni, dont Le Bek » possédait le quart, pesait 7 onces; cet auteur la décrit comme un » *trass* ou brèche de lave, consistant en un mélange de terre à porcelaine » d'un gris de perle et d'un mortier jaunâtre avec des parties finement » grenues, des grains cristallins de fer sulfuré, avec une épaisse croûte » ferrugineuse noire, une densité assez forte, etc. (1) ».

» .... J'ai scié la pierre suivant son plan de symétrie et la surface obtenue a été polie. On y reconnaît les caractères d'un très grand nombre de météorites, de celles qui étaient surtout connues du temps de Chladni, dont l'appréciation finale se trouve ainsi pleinement justifiée. C'est une roche d'un gris très clair, sur le fond de laquelle se détachent par leur éclat de nombreuses granules métalliques, très branchues et de grandeur très inégale. Elles consistent en fer nickelé. Presque toutes sont environnées d'une auréole où la roche ambiante est ocracée, et il est manifeste que la cause en est dans quelque principe très oxydable, renfermé originellement dans les grenailles ou placé à leur voisinage. Ce principe consiste effectivement, pour une bonne part, en sulfure de fer, dont il a été très aisé de mettre la présence en évidence; il y a aussi du chlorure de fer, et l'eau dans laquelle avait bouilli un peu de poussière de la météorite précipitait nettement par le nitrate d'argent. Sur la surface polie, on voit aussi des globules pierreux de diverses grosseurs et de diverses couleurs, depuis le gris très clair à peine bleuté jusqu'au gris noirâtre : il en résulte une ressemblance avec les parties terrestres dites *oolithiques*. Cette observation, de même que les résultats d'un examen plus minutieux, conduisent à placer la météorite de Ceylan dans le type lithologique appelé *montrésite*, si fréquemment reproduite par les pierres tombées du ciel.

» A cette occasion, il faut rappeler que toutes les montrésites ne sont pas rigoureusement identiques entre elles, attendu que les globules ou chondres peuvent y être plus ou moins rapprochés les uns des autres, c'est-à-dire réunis par un ciment plus ou moins abondant et que, d'un autre côté, elles peuvent être plus ou moins friables. La variété qui nous occupe est à ciment abondant, ou, si l'on veut, à chondres relativement écartés et à cohésion notable : la pierre de Ceylan est tout à fait semblable à la météorite tombée à Utrecht le 2 juin 1843 et à celle qui est tombée à

(1) Dans sa *Dissertation inaugurale* publiée en 1859, Harris traduit partiellement le passage de Chladni.

Pnompehn (Cambodge), en juin 1868, qui peuvent nous procurer d'excellents termes de comparaison.

» L'examen microscopique d'une lame mince taillée dans la météorite de Ceylan confirme et complète l'étude de la surface polie. Elle montre la coexistence, dans la masse, de l'olivine, de l'enstatite, d'un pyroxène magnésien et d'une substance vitreuse très peu abondante, interposée entre les minéraux précédents. L'olivine et la bronzite constituent parfois des chondres admirablement constitués et dont l'apparence est très diverse selon le sens de la section qui les traverse. Les granules de fer nickelés se produisent par des apophyses plus ou moins grêles qui se logent dans les interstices et jusque dans les plans de clivage des minéraux silicatés. De très petits grains d'un noir profond paraissent formés de fer chromé.

» L'analyse chimique a permis de séparer 17,25 pour 100 de fer nickelé, à 8 pour 100 de nickel; on a ensuite constaté la présence de 41,22 pour 100 de silicates attaquables à l'acide chlorhydrique et formés pour la majeure partie d'olivine, avec un peu de composés alumineux vraisemblablement feldspathiques, ainsi que de 32,27 pour 100 de silicates insolubles, de nature pyroxénique. On a trouvé 10,11 pour 100 de sulfate de fer, d'après la proportion d'acide sulfurique produit par l'attaque de la roche à l'acide azotique fumant.

» La densité de la météorite de Ceylan est égale à 3,677. »

M. Firmin Larroque adresse, par l'intermédiaire de M. A. Cornu, le résumé d'une étude psycho-acoustique dont la conclusion est la suivante : Contrairement à l'opinion émise par von Helmholz, « *le timbre n'est pas indépendant des différences de phases et d'intensité relative des sons partiels* ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 FÉVRIER 1901.

Étienne Geoffroy Saint-Hilaire. Lettres écrites d'Égypte à Cuvier, Jussieu, Lacépède, Monge, Desgenettes, Redouté jeune, Norry, etc., aux professeurs du Muséum et à sa famille, recueillies et publiées avec une Préface et des Notes par le Dr E.-T. HAMY, Membre de l'Institut. Paris, Hachette et Cie, 1901; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Manuel d'Histologie pathologique, par V. CORNIL et L. RANVIER, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. A. BRAULT et M. LETULLE; 3e édition; t. I. Paris, Félix Alcan, 1901; 1 vol in-8°. (Présenté par M. Lannelongue.)

Chirurgie de l'intestin, par M. JEANNEL; 2e édition, revue et considérablement augmentée. Paris, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guyon; pour le concours du Prix Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Le Phylloxera, sa destruction par le Lysol, par G. CANTIN. Paris, 1900; 1 fasc. in-8°.

Service géographique de l'Armée. Guelt es Stel : Algérie, au $\frac{1}{200000}$, feuille n° 35; *Kef Abbeb* et *Medjez el Bab :* Tunisie, au $\frac{1}{50000}$, feuilles 1 et 27; *Djebibina :* Tunisie, au $\frac{1}{100000}$, feuille 26; *Berbera :* Afrique (Région orientale), au $\frac{1}{2000000}$, feuille 30; *Benin* et *Moukdicha :* Afrique (Région équatoriale), au $\frac{1}{2000000}$, feuilles 33 et 38; *Kagoshima* et *îles Hokoubou :* Asie, au $\frac{1}{1000000}$, feuilles 32-132 et 28-132; *Bassin inférieur du Yang-Tse Kiang :* Asie, au $\frac{1}{1000000}$. (Envoi du Sous-Chef d'État-Major général de l'Armée.)

L'Enseignement mathématique, Revue internationale paraissant tous les deux mois; directeurs : C.-A. LAISANT et H. FEHR; 3e année, n° 1, 15 janvier 1901. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. in-8°.

Revue de Mécanique, Revue mensuelle, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction composé de MM. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, Membre de l'Institut,.... T. VIII, n° 1, 31 janvier 1901. Paris, Vve Ch. Dunod, 1901; 1 fasc. in-4°.

L'Électrochimie, Revue mensuelle des Sciences et de l'Industrie : l'Aluminium et ses alliages; directeur : ADOLPHE MINET; 7e année, n° 1, janvier 1901. Paris; 1 fasc. in-4°. (*A suivre.*)

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, **deux volumes in-4°**. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nimes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Marche.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaitre.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Co. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liége	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Petersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870 Prix .... **15 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15 fr.**
Tomes 92 à 121. — (1er janvier 1881 à à 31 décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SEANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I: Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15 fr.**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15 fr.**

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 8.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 25 février 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1901

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 9 (4 Mars 1901).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 MARS 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la nouvelle étoile apparue récemment dans la constellation de Persée.* Note de M. J. JANSSEN.

« L'apparition toute récente d'une nouvelle étoile dans la constellation de Persée, et les phases si rapides de changement d'éclat qu'elle présente depuis qu'on l'observe, ont rappelé l'attention des astronomes et même du public sur les causes qui peuvent produire ces grands phénomènes.

» Ces causes nous sont encore inconnues, et il faudra sans doute encore de longues études avant qu'elles puissent être reconnues et expliquées avec une entière certitude.

» Sans avoir la prétention de proposer et encore moins de donner une théorie de ces phénomènes, je voudrais ici émettre quelques idées qui,

dans l'avenir, pourront sans doute concourir aux explications que la Science a pour devoir de chercher.

» Ces idées découlent en quelque sorte des recherches que j'ai faites sur la constitution du gaz oxygène et à son absence apparente dans les enveloppes gazeuses qui surmontent la photosphère solaire.

» L'Académie se rappelle que j'ai été conduit, dans les observations de laboratoire et par celles exécutées au mont Blanc, soit par mes collaborateurs, soit par moi-même, à admettre que le gaz oxygène tel que nous le connaissons ne se trouve ni dans la chromosphère ni dans l'atmosphère coronale.

» Je faisais remarquer, à cette occasion et à la suite de mes observations de 1893 au mont Blanc, que l'absence de l'oxygène, avec la constitution que nous lui connaissons, dans le Soleil paraissait répondre à une nécessité du bon fonctionnement de l'astre; car, si l'oxygène existait dans l'atmosphère coronale et aux points où cette atmosphère confine aux espaces vides extérieurs, il se combinerait inéluctablement avec l'hydrogène, si abondant en ces points, d'où il résulterait de la vapeur d'eau qui formerait autour du Soleil une atmosphère plus ou moins opaque pour les rayons calorifiques, d'où un affaiblissement de la radiation solaire, par conséquent, qui irait en augmentant rapidement et compromettrait la fonction fondamentale de notre astre central.

» D'un autre côté, je faisais remarquer qu'il est bien difficile d'admettre que l'oxygène, corps qui joue un rôle si capital dans le développement et l'entretien de la vie à la surface de la Terre et sans doute des autres planètes de notre système, soit absent dans notre astre central, qui contient tous nos corps terrestres et beaucoup d'autres accusés par le spectre solaire et non encore reconnus.

» On est ainsi conduit à admettre ou tout au moins à pressentir que l'oxygène, en raison des si hautes températures du globe solaire, y existe à l'état dissocié (la complexité des spectres de l'oxygène militerait en faveur de cette opinion). Si l'on admettait cette manière de voir, on apporterait un élément tout nouveau d'explication aux phénomènes auxquels les étoiles temporaires nous font assister.

» En effet, lorsque les températures des atmosphères d'une étoile se seraient abaissées au point de permettre la genèse de l'oxygène et ultérieurement sa combinaison avec l'hydrogène, gaz qui baigne si largement toutes les atmosphères stellaires, la combinaison des gaz générateurs de

l'eau, avec l'énorme dégagement de chaleur et de lumière qui l'accompagne, se produirait, et l'étoile passerait rapidement, de l'état correspondant à la température relativement basse qui a permis la combinaison des gaz, à celui qui résulterait de la conflagration des éléments en question.

» L'étoile passerait donc par une croissance d'éclat qui ne serait réglée que par l'abondance des éléments en présence et les conditions de leur entrée en combinaison. Mais en même temps, si l'augmentation et la grandeur de l'éclat devraient être singulièrement rapides, puisqu'elles sont les effets d'une combinaison, la décroissance ne le serait pas moins, puisque, la combinaison étant effectuée, non seulement la cause de ce rayonnement extraordinaire cesserait, mais la formation d'une vaste atmosphère de vapeur résultant des corps volatilisés, des vapeurs surchauffées et surtout de la vapeur d'eau produite, s'opposerait ensuite et dans une mesure considérable au rayonnement de l'astre.

» Je ne donne cette vue que comme contribution à la théorie de ces phénomènes sur lesquels l'analyse spectrale, si elle en suit exactement toutes les phases, pourra mieux que tout autre moyen nous révéler les causes.

» *Nota.* — Il faut ajouter qu'au moment de la combinaison des gaz oxygène et hydrogène ce dernier gaz, en raison des pressions et températures développées, doit montrer ses raies considérablement élargies; or c'est précisément ce que montre la photographie du spectre qu'on a obtenue à Meudon, avec notre grande lunette, et que M. Deslandres m'a prié de soumettre à l'examen de l'Académie. Cependant d'autres causes encore peuvent concourir à cet élargissement généralement si considérable, ainsi qu'en témoignent les descriptions que j'ai reçues de l'étranger. »

ASTRONOMIE. — *Mire méridienne à miroir cylindrique.* Note de M. G. LIPPMANN.

« Cet appareil est destiné à la mesure des ascensions droites. Il a pour objet de rendre le méridien du lieu où l'on opère visible sous la forme d'une ligne lumineuse projetée sur le ciel.

» Dès lors, il est inutile de munir la lunette d'observation d'un réticule.

» Cette lunette, qui peut être photographique, n'a plus besoin d'aucun réglage; elle peut être mobile et suivre les étoiles pour les photographier; la ligne lumineuse projetée sur le ciel demeure visible dans le champ, où elle occupe constamment la place du méridien.

» L'appareil se compose : 1° d'une mire méridienne, c'est-à-dire d'un collimateur monté sur piliers et dont l'axe est dans le plan du méridien; 2° d'un miroir cylindrique de quelques centimètres de diamètre, horizontal, normal au méridien et installé sur piliers de manière à recevoir la lumière ainsi par la mire. Toutes les parties de l'appareil demeurent immobiles pendant les observations.

» La lumière sortant du collimateur se réfléchit sur le miroir cylindrique de manière à former une nappe lumineuse plane, c'est-à-dire dont tous les rayons sont parallèles au méridien, et qui couvre 360°. C'est pour cette raison que l'appareil peut fonctionner sous toutes les déclinaisons sans qu'il soit nécessaire d'en déplacer les organes.

» Les rayons de la nappe lumineuse reçus sur l'objectif d'une lunette fournissent dans le plan focal de celle-ci une ligne lumineuse très nette et très fine; cette ligne marque dans le champ la place du méridien, et cela, que la lunette soit fixe ou mobile. Il n'est point nécessaire de régler la position de cette lunette, qui joue le rôle d'un oculaire.

» J'ai vérifié que la ligne lumineuse est très nette et très fine, non seulement à l'œil, mais en photographie. La photographie donne des traits noirs qui se pointent à une fraction de seconde d'arc près. J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie quelques épreuves ainsi obtenues. En prenant comme source de lumière l'arc électrique, une pose de $0^s,003$ est plus que suffisante.

» L'appareil fournit donc des résultats satisfaisants au point de vue optique. Il paraît d'ailleurs devoir être plus stable que la lunette méridienne, puisque toutes les parties en sont immobiles et montées sur pilier.

» *Réglages.* — Le réglage de l'appareil en collimation se fait en amenant le miroir à être perpendiculaire à l'axe du collimateur. Le trou ou la fente du collimateur est réglable : on déplace ce trou ou cette fente jusqu'à ce qu'il y ait coïncidence avec le trait lumineux qui se forme dans le plan focal comme il se formerait dans le plan focal de toute autre lunette. C'est donc un réglage par autocollimation. Si ce réglage est supposé parfait, il n'y a plus d'erreur de collimation : la nappe lumineuse est plane et fournit l'image

d'un *grand cercle* de la sphère céleste. Le plan de ce cercle est évidemment normal aux génératrices du cylindre.

» On suppose que le miroir est bien cylindrique, c'est-à-dire que ses génératrices sont toutes perpendiculaires à un même plan. Il n'est pas nécessaire que le cylindre soit de révolution.

» Le second réglage consiste à rendre la nappe lumineuse verticale. On peut se servir du niveau pour rendre le cylindre horizontal. Il est peut-être plus sûr de se servir du bain de mercure. Le miroir cylindrique se trouvant entre un bain de mercure et une lunette zénithale réglée, on amène le trait lumineux fourni par l'appareil à passer par la croisée du fil. Le grand cercle fourni par l'appareil est alors vertical. Après ces deux réglages physiques de collimation et de verticalité, il reste le réglage astronomique qui consiste à amener le plan du grand cercle vertical défini par l'appareil à coïncider avec le plan du méridien.

» Ce réglage astronomique s'exécute suivant l'une des méthodes en usage pour la lunette méridienne, le trait lumineux fourni par l'appareil remplaçant le fil central du réticule. On peut, par exemple, se servir des circumpolaires. On pointe une lunette (sans réticule) sur une circumpolaire et l'on observe son passage sur le trait lumineux. Les deux passages supérieur et inférieur doivent avoir lieu exactement à douze heures d'intervalle.

» On vient de supposer que l'observation des passages se faisait par des observations visuelles. L'instrument se prête, en effet, à ces observations; mais il est surtout destiné à la méthode photographique.

» On braque sur le ciel une lunette photographique montée équatorialement, de manière à faire un cliché des étoiles. En même temps on reçoit sur l'objectif de la lunette la nappe lumineuse. Le collimateur est muni d'un obturateur commandé par la pendule. Le trait lumineux n'apparaît donc que par éclairs successifs qui ont lieu aux temps t, t', t'', ... marqués par la pendule. En développant la plaque on obtient sur le cliché une succession de traits fins qui marquent les positions du méridien dans le ciel aux temps t, t', t''; ce sont donc des cercles horaires.

» La distance en temps d'une étoile quelconque au cercle t s'obtient par la mesure du cliché. Si l'image de l'étoile partage la distance des traits t et t' dans le rapport φ, la distance en temps est égale à φ. Deux clichés pris à douze heures d'intervalle doivent donner la même valeur de φ pour chaque étoile. Les n étoiles portées par un même cliché doivent

donner des vérifications concordantes. S'il y a défaut de réglage, c'est-à-dire si l'on trouve successivement des valeurs φ et φ' pour une même étoile, la différence $\varphi' - \varphi$ doit être la même pour toutes les n étoiles.

» La marche de la pendule se détermine par deux clichés pris à vingt-quatre heures d'intervalle. La différence $\varphi' - \varphi$ est égale à la marche de la pendule; elle est donnée n fois par les n étoiles du cliché. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés du sulfammonium.* Note de M. **Henri Moissan.**

« En 1898, nous avons indiqué (1) que le soufre cristallisé pouvait se combiner à l'ammoniac liquéfié pour fournir un composé de couleur pourpre, auquel nous avons donné le nom de *sulfammonium*. Le fait de la dissolution du soufre dans l'ammoniac liquéfié avait été mentionné dès 1873 par M. Gore (2). Plus récemment, MM. Franklin et Krauss (3) ont considéré le liquide pourpre obtenu par l'action du soufre sur l'ammoniac comme étant une solution. Enfin, en 1900, M. Hugot (4), dans une très intéressante étude sur l'action de l'ammoniac sur quelques métalloïdes, a regardé, lui aussi, le liquide ainsi préparé comme étant une solution de soufre dans le gaz liquéfié.

» Nos premiers essais ont porté tout d'abord sur l'attaque par l'ammoniac liquéfié des différentes variétés allotropiques de soufre, et nous avons choisi le soufre octaédrique cristallisé dans le sulfure de carbone, le soufre prismatique obtenu par simple fusion et le soufre insoluble.

» Ces trois variétés de soufre ont été maintenues pendant deux heures à une température de — 80°. On sait qu'à cette basse température, comme M. Dewar l'a démontré, le soufre devient à peu près incolore. Mais, en les ramenant à la température ordinaire, ces différentes variétés reprennent,

---

(1) H. Moissan, *Préparation du lithium ammonium, du calcium ammonium et des amidures de lithium et de calcium* (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 685; 1898).

(2) Gore, *Proceedings Roy. Soc.*, t. XXI; 1873.

(3) Franklin et Krauss, *Amer. ch. J.*, p. 821; décembre 1898.

(4) C. Hugot, *Recherches sur l'action du sodammonium et du potassammonium sur quelques métalloïdes* (*Annales de Ch. et de Ph.*, 7e série, t. XXI, 1900, et *Thèse de l'Université de Paris*, n° 1033; 1900).

en même temps que leur couleur, leur propriété d'être solubles ou insolubles dans le sulfure de carbone.

» On a placé alors ces mêmes échantillons de soufre dans trois tubes au fond desquels on a fait arriver de l'ammoniac liquide et bien sec à une température de — 80°, puis on a fait le vide dans l'appareil; chaque tube est ensuite scellé. Dans ces conditions, on n'obtient aucune coloration dans les tubes à — 80°.

» Puis en laissant la température s'élever lentement, on remarque que le soufre insoluble réagit sur l'ammoniac, en donnant une coloration pourpre caractéristique, dès la température de —38°. A cette température les deux autres variétés de soufre n'ont pas fourni de coloration, mais chacune a repris sa couleur jaune habituelle. A — 15°,5, le soufre prismatique réagit à son tour et le liquide se colore avec rapidité. Enfin à — 11°,5, le soufre octaédrique fournit une belle solution rouge de sulfammonium. Il existe donc une différence bien nette dans l'action de l'ammoniac liquéfié sur ces trois variétés de soufre. Cette différence s'explique par les données thermochimiques qui établissent que le soufre amorphe se transforme en soufre soluble avec un dégagement de chaleur de $+0^{cal},6$.

» Si, maintenant, nous cherchons à nous rendre compte de la quantité de soufre qui peut entrer en solution, nous reconnaîtrons, d'après plusieurs séries d'expériences dont nous donnerons la description aux *Annales de Chimie et de Physique*, que, en tubes scellés et à la température de + 20°, l'ammoniac liquéfié parfaitement sec dissout environ 30 pour 100 de son poids de soufre. Ce chiffre a été obtenu en faisant l'expérience dans un tube de Faraday, en renversant l'ammoniac liquide saturé de soufre dans l'une des branches et en solidifiant ensuite le gaz restant dans chaque branche, pour pouvoir ouvrir l'appareil. Une analyse indiquait enfin la teneur en soufre et en ammoniac du liquide pourpre (1).

» Dès ces premières expériences, nous nous sommes de suite demandé si nous nous trouvions en présence d'une combinaison ou d'une solution.

» Nous estimons que le soufre, dans l'ammoniac, fournit bien une combinaison et cela pour les raisons suivantes :

» 1° Si l'on prend les liquides pourpres, préparés avec les différentes variétés allotropiques de soufre, ils se conservent indéfiniment en tubes

(1) L'attaque du soufre cristallisé par l'ammoniac liquéfié est assez longue, et pour arriver à un équilibre stable entre ces deux corps il faut attendre plusieurs jours.

scellés, sous leur propre tension. Mais en les refroidissant suffisamment, ils ne laissent rien déposer et ils se solidifient tous à 4° ou 5° au-dessous du point de solidification de l'ammoniac, d'après leur teneur en métalloïde, sans donner aucun dépôt de soufre et sans laisser varier l'intensité de leur coloration.

» Cette réaction ne présente donc pas la réversibilité d'un simple phénomène de solubilité. Elle nous apparaît comme une réaction irréversible d'ordre chimique comparable en quelque sorte à la dissolution d'un sel anhydre dans l'eau, l'état initial ne pouvant être obtenu que par la disparition totale du dissolvant sous l'action d'une source d'énergie étrangère.

» 2° Il ressort nettement des recherches de M. Étard que la solubilité d'un solide dans un liquide tend à s'annuler vers le point de congélation de la solution et à atteindre son maximum, du moins dans le cas général, vers le point de fusion du corps dissous.

» Si, en employant le dispositif même de ce savant, nous recherchons quelle est la quantité de soufre pouvant exister dans l'ammoniac liquide à basse température, nous constatons que ce métalloïde est absolument insoluble dans l'ammoniac rigoureusement anhydre, tant que la coloration pourpre n'apparaît pas. Tandis que le soufre octaédrique est soluble dans le sulfure de carbone à toute température, il est inattaquable par l'ammoniac entre $-75°$ et $-11°,5$, c'est-à-dire entre le point de fusion de l'ammoniac solide et le point où la coloration se produit pour la variété de soufre considérée. Il y a là une contradiction bien nette avec nos connaissances actuelles sur l'allure générale des phénomènes de solubilité.

» 3° La stabilité du sulfammonium à haute température semble bien démontrer qu'il s'agit d'une combinaison. Dans un tube à paroi épaisse, de $1^{mm},5$ de diamètre intérieur, nous avons placé quelques cristaux de soufre prismatique que nous avons entourés d'un excès d'ammoniac liquéfié, de façon à avoir une dissolution complète à la température du laboratoire. Le tube maintenu à $-80°$ et renfermant l'ammoniac solidifié a été scellé. Nous avons ensuite porté ce tube dans un bain d'huile, et on l'a chauffé en élevant lentement sa température jusqu'à $+150°$. Depuis $-11°,5$ jusqu'à $+90°$, la coloration rouge pourpre est intense. Puis, à partir de cette température, on voit nettement la coloration du liquide diminuer et du soufre se déposer sur les parois du tube. Vers $+131°$, le liquide a complètement disparu; le point critique de l'ammoniac est atteint

et l'on ne voit plus dans le tube que quelques globules de soufre fondu d'un jaune pâle.

» Par refroidissement, le ménisque du liquide réapparaît et l'ammoniac est à ce moment complètement incolore. On peut retourner le tube : le liquide et le soufre fondu, non miscibles, se meuvent facilement dans son intérieur. Vers 100°, une faible coloration violacée se produit; elle augmente au fur et à mesure du refroidissement, et, à la température ordinaire, le tube a repris son aspect primitif et sa belle couleur rouge pourpre.

» Il semble donc bien que nous soyons en présence d'un phénomène de dissociation, d'un composé instable, sous l'action d'une élévation de température. S'il s'agissait d'un phénomène de solubilité, on ne comprendrait pas qu'une simple élévation de température pût laisser en présence le corps solide et le corps liquide à + 100°.

» En résumé, à la température de + 20°, le soufre donne avec l'ammoniac sous pression un composé soluble dans l'excès de gaz liquéfié, avec une coloration rouge intense. De plus, dans ces conditions, il se produit un équilibre en présence d'un excès de soufre, de telle sorte que la teneur en métalloïde du liquide est constante et voisine de 30 pour 100. Il était logique de penser que, dès lors, le composé de soufre et d'ammoniac était en partie dissocié et que cette dissociation dépendait de la pression exercée dans le tube scellé par le gaz ammoniac.

» En effet, si l'on ouvre le tube, le gaz ammoniac se dégage rapidement, la décomposition du sulfammonium se produit et du soufre se précipite avec sa couleur jaune caractéristique.

» De même, si nous maintenons une petite quantité de soufre insoluble en présence d'un excès d'ammoniac liquéfié à −35°, à la pression ordinaire, il ne se produit qu'une coloration très faible, la dissociation du sulfammonium étant à peu près complète dans ces conditions de pression et de température.

» Au contraire, si l'on diminue la température d'un tube scellé contenant de l'ammoniac liquéfié et un excès de soufre, on reconnaît facilement que pour des températures plus basses, la quantité de soufre qui entre en combinaison est plus élevée. Ainsi, à une température constante de − 23° [1], le soufre blanc donnera, après un contact prolongé, un

[1] Cette température était obtenue par l'ébullition tranquille du chlorure de méthyle.

liquide rouge qui contiendra jusqu'à 39 pour 100 de soufre. Ce fait a été vérifié plusieurs fois; du reste tous les tubes scellés renfermant une solution de sulfammonium et préparés à des températures voisines de $-40°$ abandonnent du soufre bien cristallisé lorsque celles-ci reviennent lentement à la température de $+20°$.

» On peut obtenir le même résultat en augmentant la pression. Si l'on comprime dans l'appareil de notre confrère M. Cailletet un mélange de 80 pour 100 de gaz ammoniac et d'environ 20 pour 100 de gaz azote en présence de soufre en excès, on obtient à la température de $-12°$ et sous une pression de 45 atmosphères une cristallisation rouge en feuilles de fougères formée par le sulfammonium solide. Cette expérience peut être réalisée en prenant un tube de Cailletet courbé à angle aigu et en plaçant dans la partie inclinée le soufre en poudre (1).

» Cette expérience peut être répétée à différentes températures et sous une pression de 20 atmosphères; à $-40°$, elle nous a fourni les mêmes résultats.

» *Propriétés physiques.* — Lorsque l'on refroidit à $-40°$ une solution concentrée de sulfammonium comprimé à 40 atmosphères, dans un appareil de Cailletet, on voit se former, surtout en détendant légèrement, de petits cristaux rouge rubis qui se dissolvent dans un excès d'ammoniac, en donnant une solution dichroïque rouge par transparence et d'un violet bleu par réflexion.

» De même, lorsque l'on refroidit comparativement dans un mélange d'acétone et d'acide carbonique solide, deux tubes scellés renfermant, le premier de l'ammoniac liquéfié et le second une solution saturée de sulfammonium, on reconnaît que l'ammoniac se solidifie à $-75°$, et qu'à cette température la solution de sulfammonium s'épaissit, mais reste liquide. Cette dernière solution se solidifie vers $-85°$ en se prenant en une masse de couleur rouge et sans laisser déposer de soufre.

» Si l'on répète cette expérience avec une solution qui ne soit pas saturée de soufre, on voit apparaître, au moment de la fusion, des lamelles

---

(1) Lorsque l'on fait cette expérience, on voit, dès que l'on comprime l'ammoniac, le soufre prendre une belle couleur blanche. Cela tient, pensons-nous, à ce qu'il se forme tout d'abord à la surface du métalloïde une couche très mince d'un violet pourpre qui, avec le jaune du soufre, donne l'impression du blanc. Quelques instants après le soufre devient gris, enfin il ne tarde pas à prendre une couleur rouge dont la teinte fonce avec rapidité.

blanches d'ammoniac, solides, fusibles à une température moins basse que le sulfammonium.

» Nous avons déterminé les tensions des solutions de sulfammonium de concentration différente. Pour les déterminations comprises entre — 80° et — 40°, nous nous sommes servis d'un simple tube barométrique. Pour les expériences faites de 0 à + 20°, nous avons employé un manomètre différentiel entièrement en verre, dont l'une des branches renfermait de l'ammoniac liquide et l'autre la solution de sulfammonium. Lorsque ces appareils étaient à une température constante, on mesurait les différentes hauteurs de mercure au cathétomètre. Il résulte de l'ensemble de nos déterminations que les fragments de courbe représentant les tensions sont à peu près parallèles à la courbe des tensions de l'ammoniac liquide établie avec les chiffres de Regnault.

» Le sulfammonium possède un spectre d'absorption tout à fait caractéristique. Nous ajouterons que cette réaction d'une grande sensibilité peut permettre de reconnaître des traces de soufre. Nous avons placé 2^{mgr} de soufre dans un tube de verre scellé à faces parallèles contenant $3^{gr},242$ d'ammoniac liquéfié : soit pour 100 de la solution $0^{mgr},00061$ de métalloïde.

» Cette solution, bien que très étendue, prend une teinte rouge tout à fait caractéristique (1); elle fournit un spectre d'absorption comprenant deux grandes bandes, l'une qui s'étend sur la partie jaune et orangée, et l'autre sur le bleu, une partie du vert et du violet.

» Enfin, si nous prenons une quantité de soufre un peu plus grande, soit $12^{mgr},5$ pour $3^{gr}242$ d'ammoniac liquéfié, nous avons une absorption presque totale du spectre; il ne reste de visible que la partie la moins réfrangible du rouge et une bande de vert.

» Le sulfammonium se dissout dans un très grand nombre de liquides tels que l'alcool absolu et l'éther anhydre. Ces solutions sont stables à basse température.

» Si, par exemple, on ajoute de l'éther anhydre refroidi à — 80° dans une solution de sulfammonium, dans l'ammoniac, on obtient un liquide homogène dont la couleur reste pourpre, mais qui devient bleue si on l'additionne

---

(1) Lorsque le gaz ammoniac contient une très petite quantité de pyridine, la coloration, au début de l'expérience, ne présente pas la netteté habituelle. Une trace d'eau donne de même une coloration verdâtre.

d'une nouvelle quantité d'éther. Si ce dernier mélange est fait à — 40°, par exemple, la liqueur bleue se décolore et il se dépose du soufre. L'addition d'un dissolvant miscible à l'ammoniac diminue en quelque sorte la tension de ce dernier, et entraîne la dissociation du sulfammonium.

» Avec le chloroforme, à — 80°, on n'observe aucun changement visible de coloration. Mais si on laisse la température s'élever après avoir scellé le tube dans lequel se fait la réaction, on observe à +15° une décoloration brusque avec dépôt de soufre cristallisé. Le liquide reste légèrement teinté de jaune, le phénomène est tout à fait comparable à la cristallisation d'une solution sursaturée.

» Lorsque nous ajoutons à la solution de sulfammonium des liquides non miscibles il y a souvent réaction entre le sulfammonium et le liquide en présence.

» Dans certains cas, les liquides, pouvant eux-mêmes entrer en réaction avec l'ammoniac, le phénomène devient alors beaucoup plus complexe. C'est ainsi que la benzine a fourni une solution brune, le sulfure de carbone un liquide d'une belle teinte bleue, le bichlorure de carbone de très beaux cristaux incolores et un composé orangé, dissociable à la pression ordinaire.

» *Propriétés chimiques.* — Pour faire réagir le sulfammonium sur différents corps simples ou composés, nous avons utilisé la différence qui existe entre la tension de la solution de sulfammonium et celle de l'ammoniac liquéfié. On fait le vide dans un tube étranglé dans son milieu et contenant, au-dessus de l'étranglement, un certain poids de cristaux de soufre sur un peu de coton de verre.

» Au fond du tube se trouve le corps à étudier. Au moyen d'un robinet à trois voies, on laisse rentrer le gaz ammoniac, qui se liquéfie dans le fond du tube refroidi à — 80°, puis on ferme l'appareil par un trait de chalumeau. Dès que le verre est abandonné à la température ordinaire, des stries rouges descendent du soufre et vont gagner le fond du tube, où la réaction se produit.

» L'iode en solution ammoniacale brune est décoloré par le sulfammonium en excès et, après le départ du gaz ammoniac, il reste une masse visqueuse qui ne tarde pas à cristalliser et qui présente les réactions d'une combinaison ammoniacale d'iodure de soufre.

» Le sélénium fondu ne réagit pas sur la solution ammoniacale de sulfammonium. Le calcium ammonium en excès fournit avec le sulfammonium

un produit blanc, insoluble dans l'ammoniac liquéfié, qui est un sulfure de calcium. Lorsque le sulfammonium est en excès, le produit blanc se transforme en beaux cristaux rouges; il se forme, dans ce cas, un persulfure de calcium susceptible de se combiner à un excès d'ammoniac.

» A la température ordinaire, le mercure donne avec le sulfammonium un composé cristallisé qui, par dissociation, abandonne du sulfure noir de mercure.

» L'oxyde de calcium anhydre produit avec le sulfammonium des cristaux rouges et un corps solide très facilement dissociable. L'oxyde de zinc produit des cristaux jaune orangé, déliquescents.

» Les chlorure et bromure de sodium ne sont pas attaqués à froid par le sulfammonium, mais le chlorure de manganèse anhydre donne un composé jaune cristallin. Le chlorure de plomb fournit de petits cristaux jaunes qui se décomposent en noircissant en présence de l'air à la pression atmosphérique. Le bichlorure de mercure donne de même un composé de couleur foncée, insoluble dans l'ammoniac, dissociable en présence de l'air, avec dépôt de sulfure de mercure.

» *Analyse*. — De l'ensemble de ces expériences, il ressort nettement qu'il existe une combinaison de soufre et d'ammoniac, de forme $(AzH^3)^n S$.

» A des températures comprises entre 0° et +20°, la teneur en soufre du liquide pourpre semble indiquer qu'il répond à la formule $(AzH^3)^2 S, 2AzH^3$.

	1.	2.	3.	Théorie pour $(AzH^3)^2S, 2AzH^3$.
Soufre........	33,10	33,20	31,90	32,00

» Au contraire, à la température de −23°, le liquide serait $(AzH^3)^2 S, AzH^3$.

	1.	2.	3.	Théorie pour $(AzH^3)^2S, AzH^3$.
Soufre........	39,40	39,10	39,60	38,56

» Mais nous sommes en présence d'un composé facilement dissociable qui, de plus, possède la propriété de s'unir à un nombre de molécules d'ammoniac variable avec la température, de telle sorte que, n'ayant pas isolé ces différentes combinaisons à l'état solide, nous ne pouvons, dans ce premier Travail, qu'en indiquer l'existence sans en fixer la formule d'une façon définitive. Nous poursuivons cette étude.

» *Conclusions.* — Nous avons obtenu par l'action du soufre sur l'ammoniac liquéfié, un nouveau composé, le sulfammonium, de couleur rouge foncé, complètement dissociable à la pression et à la température ordinaire et qui possède la propriété de sulfurer à froid, avec facilité, un grand nombre de corps simples ou composés. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode de dosage des sulfures, sulfhydrates, polysulfures et hyposulfites pouvant coexister en solution, en particulier dans les eaux minérales sulfureuses.* Note de M. **Armand Gautier**.

« On discute encore la question de savoir si, dans les eaux minérales sulfureuses, le soufre existe à l'état de monosulfures, de sulfhydrates alcalins, ou même sous forme de mélange de sulfhydrates et d'hydrates, ceux-ci dus à la dissociation par l'eau d'une partie des sulfures ou sulfhydrates. Cette Note démontrera, je pense, que le soufre se trouve dans les eaux thermales sulfureuses à l'état de monosulfures alcalins (presque toujours Na^2S), accompagnés d'un peu de sulfhydrates s'il y a simultanément de l'acide carbonique dissous, et quelquefois d'une petite quantité d'hyposulfites, thionates et sulfates si l'oxygène est postérieurement intervenu, par exemple dans les eaux sulfureuses dites *dégénérées*.

» Ayant remarqué, comme je l'établirai dans une prochaine Communication, que lorsque l'eau réagit à chaud sur les roches ignées, et particulièrement sur les granits, il se produit des sulfures solubles, j'ai été conduit à examiner également, dans ce cas, sous quelle forme le soufre entre en dissolution.

» J'ai donné autrefois une méthode qui permet de doser exactement le soufre total des sulfures solubles ou de ceux qui, tels que les sulfures de fer, manganèse, zinc, etc., sont décomposables à froid par les acides minéraux ([1]). Elle consiste à entraîner, vers 60°, par un courant d'acide carbonique et à l'abri de l'air, l'hydrogène sulfuré mis en liberté par les acides minéraux, et à recevoir ce gaz dans une solution tiède de sulfate d'argent à demi saturée. Le sulfure d'argent qui se forme se réunit et se lave très facilement; on le sèche et on le pèse. Son poids multiplié par 0,129

([1]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 807. Note en collaboration avec M. A. Hallopeau.

donne celui du soufre correspondant. Le sulfure d'argent ne s'oxyde pas durant son lavage et sa dessiccation, pourvu qu'on ne dépasse pas 100°.

» Si, après avoir fait, à l'abri de l'acide carbonique de l'air, une solution à 0,1 ou 0,2 pour 100 de monosulfure de sodium Na^2S pur dans de l'eau désaérée, on fait pénétrer cette solution dans un ballon préalablement privé d'air, puis qu'on distille la liqueur dans le vide, à 25° ou 30°, en recevant les vapeurs dans du sulfate d'argent, il ne se fait pas trace de précipité de sulfure. Il ne s'en fait pas davantage si la solution de sulfure alcalin est vingt fois plus concentrée. Mais si, dans le ballon contenant le sulfure soluble, on fait arriver un courant d'acide carbonique en ayant soin de chauffer très légèrement et de continuer la distillation dans le vide, l'acide carbonique déplace et entraîne la totalité du soufre sous forme d'hydrogène sulfuré, qui précipite le sulfate d'argent, tandis que le sulfure alcalin passe à l'état de carbonate.

» J'ai reconnu, d'autre part, que si, dans un monosulfure alcalin on ajoute un volume d'hydrogène sulfuré égal ou supérieur à celui qui formerait du sulfhydrate avec le monosulfure et si l'on soumet ensuite cette liqueur à la distillation dans le vide, l'hydrogène sulfuré libre, s'il est en excès, aussi bien que celui qui répond aux sulfhydrates formés, est entraîné par la distillation, tandis que la totalité du sulfure alcalin primitif reste dans le ballon. Le sulfhydrate RHS qui se forme se comporte en un mot comme s'il se dissociait en R^2S et H^2S.

» Ceci dit, voici comment il convient d'opérer pour doser successivement, dans une même solution, une eau minérale sulfureuse par exemple, le soufre de l'hydrogène sulfuré libre, celui des sulfhydrates, celui des sulfures, au besoin le soufre des polysulfures, enfin les hyposulfites [1]:

» Un ballon de verre B, de 250^{cc} environ, porte un bouchon traversé par deux tubes courbés à angle droit, dont l'un pénètre jusqu'au fond. Ces tubes sont munis chacun d'un bout de caoutchouc pouvant être fermé par les pinces p et q. Le ballon est relié par le tube de caoutchouc q à un barboteur Cloez, suivi d'un second laveur. Ils contiennent l'un et l'autre une solution à demi saturée de sulfate d'argent qui en remplit environ le tiers. On fait le vide dans tout l'appareil après avoir serré la pince d'entrée p du ballon. Adaptant alors au caoutchouc que ferme cette pince un tube

(1) M. Schlagdenhauffen avait déjà essayé de résoudre ce problème par une méthode indirecte, fort compliquée et insuffisante (voir *Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. XXII, p. 16).

coudé demi-capillaire plein d'eau bouillie, on fait arriver l'extrémité de ce tube au sein de la solution sulfureuse, au fond de la bouteille d'eau minérale à doser, par exemple; en entr'ouvant alors la pince *p* tout en continuant à faire le vide, on aspire peu à peu cette solution dans le ballon B. La quantité d'eau sulfureuse introduite reconnue suffisante, on ferme la pince *p* et l'on détermine par pesée de la bouteille, ou en mesurant le volume absorbé, celui de l'eau sulfureuse aspirée dans le ballon. On distille alors vers 30°, dans la flacon de Cloez, le vingtième environ de la solution sulfureuse. Tout l'hydrogène sulfuré, libre ou combiné aux monosulfures proprement dits, est ainsi déplacé. Les monosulfures Na^2S ou K^2S, ainsi que les polysulfures et hyposulfites, restent seuls et complètement inaltérés dans le ballon B.

» Dans les cas où la solution sulfureuse primitive contiendrait en même temps de l'acide carbonique libre, le soufre entraîné à l'ébullition dans le vide sous forme d'hydrogène sulfuré est bien celui qui existait en cet état dans le liquide soumis à l'analyse, soit qu'il y fût primitivement dissous, soit qu'il provienne de la dissociation des monosulfures en présence de l'acide carbonique, dissociation qui s'arrête, dès que la solution pénètre dans le ballon, dans l'état même où elle existe dans l'eau soumise à l'analyse, celle-ci perdant à la fois en arrivant dans le vide l'hydrogène sulfuré, qui pourrait être originaire des sulfures, et l'acide carbonique qui l'avait ainsi déplacé.

» L'hydrogène sulfuré libre ou combiné aux sulfures sous forme de sulfhydrates ayant été entièrement enlevé par distillation dans le vide, on ferme les deux pinces *p* et *q* pour empêcher la rentrée de l'air dans le ballon B, et l'on recueille le sulfure d'argent formé, qu'on sèche et pèse. Son poids, multiplié par 0,137, donne celui de l'hydrogène sulfuré libre ou faiblement uni aux sulfures alcalins proprement dits sous forme de sulfhydrates.

» Dans les eaux sulfureuses naturelles, le sulfure d'argent ainsi obtenu correspond à la partie du sulfure de sodium primitif Na^2S décomposé par une faible quantité d'acide carbonique souvent présent :

$$2Na^2S + H^2O + CO^2 = 2NaHS + Na^2CO^3.$$

» Il suffit de multiplier par 0,3145 le poids du sulfure Ag^2S obtenu dans ces conditions, pour avoir celui du Na^2S primitif correspondant.

» L'hydrogène sulfuré libre ou celui des sulfhydrates ayant été entièrement enlevé grâce au vide, on replace dans le flacon de Cloez une nouvelle

quantité de sulfate d'argent dissous, on refait le vide dans l'appareil et, ouvrant la pince d'entrée *p* du ballon; on met son contenu en communication avec une source d'acide carbonique exempt d'oxygène, que l'on fait pénétrer et barboter dans la liqueur qui ne contient maintenant plus que les sulfures fixes. Ce gaz entraîne complètement et rapidement, dans ces conditions, la totalité du soufre de ces sulfures et donne de nouveau du sulfure d'argent qu'on pèse et sèche à son tour. Il correspond aux sulfures fixes.

» Dans les cas assez rares, mais qui peuvent se présenter quelquefois, où la liqueur primitive contiendrait des polysulfures, pourvu que la solution soumise à l'action du vide et de l'acide carbonique n'arrive pas à plus de 30°, on observe que seul le soufre correspondant à la partie basique K^2S ou Na^2S de ces polysulfures est entraîné à l'état de H^2S, tandis que le soufre en excès se dépose. Les choses se passent, pour le pentasulfure, par exemple, suivant l'équation :

$$K^2S^5 + H^2O + CO^2 = K^2CO^3 + H^2S + S^4.$$

En voici un exemple : Pris 100^{cc} d'une solution contenant, surtout à l'état de K^2S^4,

Obtenu :	Soufre total	0^{gr},04939
	Soufre répondant au K^2S	0,0120
	Soufre mis en liberté, par CO^2, dans le vide à l'état de H^2S	0,0122

» Il faut se garder, quand il y a des polysulfures, de chauffer la solution au-dessus de 30°, car le soufre libre réagit à 100°, et même au-dessous, sur le carbonate alcalin formé d'après l'équation ci-dessus et tend à refaire un polysulfure, de l'hyposulfite et de l'hydrogène sulfuré nouveau, comme nous nous en sommes assuré :

$$S^4 + CO^3K^2 = S^2O^3K^2 + 2H^2S + CO^2.$$

» Les polysulfures n'existent pas, en général, dans les eaux minérales chaudes (à moins qu'elles n'aient été altérées par l'air, après leur émergence); ces sulfures se dédoublent *à chaud*, en présence de l'eau, en donnant de l'hydrogène sulfuré :

$$K^2S^5 + 3H^2O = K^2S^2O^3 + 3H^2S.$$

» Après le départ du soufre correspondant à l'hydrogène sulfuré qui

pouvait être libre ou combiné à l'état de sulfhydrates, et de celui qui a été chassé des sulfures fixes par l'acide carbonique, il reste dans le ballon B le soufre des polysulfures s'ils existaient primitivement, ainsi que les hyposulfites. On peut doser ces derniers à froid et sans filtrer, dans le ballon même, avec la liqueur titrée d'iode; en effet, au cours des opérations précédentes, si l'on n'a pas dépassé 30° à 35°, ces hyposulfites sont restés inaltérés. Je me suis assuré, en effet, que si dans un hyposulfite alcalin en solution on fait passer à cette température un courant d'acide carbonique, ces hyposulfites ne sont pas décomposés. Il ne se fait ni dépôt de soufre, ni acide sulfureux, ni trace d'hydrogène sulfuré dans le barboteur à sulfate d'argent.

» Lorsque la liqueur primitive contient des polysulfures, après le dosage des hyposulfites il reste un trouble blanchâtre dans le ballon. On acidule alors faiblement la liqueur et on la porte à l'ébullition pour réunir le soufre. On le jette sur un petit filtre, on détruit le tout par l'acide nitrique fumant et l'on pèse le soufre à l'état de sulfate de baryte.

» On peut aussi, dans la liqueur contenant le soufre des polysulfures et les hyposulfites, verser un peu d'acétate de zinc et porter à l'ébullition. Tout le soufre se réunit dans le précipité qui se forme. On jette sur un filtre et l'on oxyde ce sulfure par l'acide nitrique; on précipite alors le soufre à l'état de sulfate. Dans la liqueur filtrée et refroidie contenant un léger excès d'acétate de zinc, on dose ensuite les hyposulfites comme d'ordinaire.

» La méthode que je viens de décrire permet donc de séparer successivement le soufre de l'hydrogène sulfuré ou des sulfhydrates, des sulfures alcalins fixes, des polysulfures, enfin les hyposulfites. Elle est exacte et rapide; les éléments sulfurés d'une eau minérale peuvent être dosés en quelques heures.

» Grâce à elle, j'ai pu confirmer les conclusions, appuyées sur d'autres preuves, mais souvent mises en doute, de O. Henry, Boullay, Filhol, Garrigou, etc., que les eaux sulfureuses les plus connues des Pyrénées sont minéralisées surtout par du sulfure de sodium Na^2S et que la petite quantité de sulfhydrate qu'on y trouve est proportionnelle à l'acide carbonique présent.

» Cette méthode m'a permis de m'assurer aussi que, soumises à l'action de l'eau vers 250° à 280°, les roches ignées pulvérisées donnent un mélange de sulfures et de sulfhydrates solubles, accompagnés quelquefois d'une trace d'hyposulfite due peut-être à un peu d'air resté, malgré le

vide, adhérent à la poudre. Je reviendrai prochainement sur ces résultats.

» Voici, comme exemple, deux analyses d'eaux sulfureuses exécutées par la méthode que je viens de décrire. La première est relative à une eau sulfureuse synthétique obtenue en chauffant à 280° le granit en poudre fine avec son poids d'eau. La seconde est celle de l'eau de Labassère (Ariège) que j'ai prise comme type, des analyses concordantes en ayant été déjà faites par plusieurs méthodes. Tous les nombres sont rapportées au litre.

	Eau sulfureuse de synthèse.	Eau de Labassère.
	gr	gr
H^2S libre ou uni aux monosulfures ..	0,0145	0,0045
Na^2S	0,0187	0,0402
Hyposulfite de sodium	Traces	0,0028
Na^2S calculé pour le soufre total	0,220	0,0502

» On avait trouvé dans les eaux de Labassère de $0^{gr},043$ à $0^{gr},046$ de Na^2S calculé d'après le soufre total.

» La petite quantité d'hydrogène sulfuré obtenue dans l'une et l'autre des eaux sulfureuses ci-dessus est due à la dissociation d'un peu de Na^2S par l'acide carbonique qui se forme simultanément lorsque les roches ignées sont soumises à l'action de l'eau à température élevée. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la germination dans l'eau distillée;* par MM. **P.-P. Dehérain** et **Demoussy**.

« Les irrégularités que présente la germination des graines dans l'eau distillée ont été signalées depuis longtemps, et un physiologiste autrichien bien connu, J. Bœhm, a publié sur ce sujet, en 1875, un Mémoire souvent cité [1].

» Une jeune plante trouve dans ses cotylédons tous les aliments nécessaires à son premier développement, surtout si ces cotylédons présentent un poids considérable, comme ceux des haricots, et il semble que la plantule doit croître pourvu qu'elle soit maintenue dans une atmosphère oxygénée, à une température convenable, et que ses racines trouvent à s'abreuver.

» Les haricots mis en expérience par Bœhm présentèrent cependant de curieuses différences; ils vécurent quand leurs racines plongèrent dans

(1) *Annales agronomiques*, t. I, p. 470; 1875.

l'eau de fontaine, mais au contraire moururent plus ou moins rapidement quand ils furent enracinés dans l'eau distillée.

» L'eau de fontaine renferme des sels de chaux, l'eau distillée en est privée; Bœhm, un peu hâtivement, crut pouvoir attribuer à cette absence de chaux l'arrêt de développement des haricots élevés dans l'eau distillée, et il écrivit : « Dans la transformation des matières organiques en matières constitutives du corps de la plante, la chaux joue un rôle tout aussi important que dans la transformation du cartilage en os. »

» La chaux serait donc, d'après Bœhm, nécessaire à l'évolution des graines en germination; sans elle, les matériaux contenus dans les cotylédons ne seraient pas utilisés.

» Ce sujet a été repris à différentes époques au Muséum [1]; on est arrivé à se convaincre que l'opinion de Bœhm était trop absolue : des grains de blé, des lentilles, des haricots placés sur des baguettes de verre au-dessus de vases remplis d'eau distillée ont évolué régulièrement, surtout quand la température a été portée à 25° ou 30°. La chaux n'est donc pas nécessaire à l'utilisation des réserves des cotylédons; on en est d'autant mieux convaincu que, si l'on analyse séparément les tiges, les racines et les cotylédons d'un haricot en germination dans l'eau distillée, on ne trouve de chaux que dans les cotylédons où elle est restée inutilisée.

» Les échecs constatés dans l'eau distillée sont cependant fréquents, et, si ce n'est pas l'absence de chaux qui empêche les graines d'évoluer et notamment de former des radicelles, la cause qui détermine cet arrêt de développement reste inconnue.

» Notre attention a été ramenée sur cette question pendant l'automne dernier : en plaçant dans l'eau distillée des lupins blancs ou jaunes, au nombre d'une cinquantaine, on les voit former des racines et des tiges, mais quand ensuite on choisit quelques sujets vigoureux pour suivre leur développement et qu'on les introduisit dans de petits entonnoirs coupés au-dessus de tubes remplis d'eau distillée, on constata que l'évolution s'arrêtait et qu'il ne se formait pas de racines.

» Nous préparons notre eau distillée au Laboratoire de Physiologie du Muséum à l'aide d'un appareil continu; bien qu'elle parût pure, nous l'avons remplacée par de l'eau distillée provenant d'un magasin de produits chimiques ou d'un autre laboratoire du Muséum, mais l'une et l'autre ren-

---

[1] *Ann. agr.*, t. IV, p. 321; 1878. — Tome IX, p. 58; 1883, ce dernier Mémoire est de MM. Dehérain et Bréal.

fermaient des traces sensibles de chaux, de telle sorte qu'elles ne pouvaient nous servir à élucider la question posée. L'un de nous (M. Demoussy) eut alors l'idée de reprendre notre eau distillée et de la soumettre à une nouvelle distillation dans un appareil en verre, en fractionnant les produits; on recueillit séparément les deux premiers tiers du liquide, et l'on conserva le dernier tiers qui ne fut pas distillé; des lupins furent enracinés dans ces trois eaux; les résultats furent surprenants, et nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie une photographie qui montre avec la plus complète évidence que les lupins enracinés dans l'eau distillée dans le verre forment de longues racines très vigoureuses, tandis que l'arrêt de développement est absolu quand les vases renferment l'eau résiduaire, non distillée une seconde fois.

» Cette observation appuie la conclusion que nous avons formulée plus haut : ce n'est pas l'absence de chaux qui empêche l'évolution des graines, car la chaux serait restée dans la partie de l'eau qui n'a pas été distillée une seconde fois, et c'est précisément dans ce résidu que l'évolution ne se produit pas.

» Un nouvel examen attentif de ce résidu ne permit pas d'y déceler la moindre trace de métaux nuisibles; nous résolûmes cependant d'essayer si une trace des métaux qui servent à la construction des alambics ne serait pas la cause de l'arrêt de développement des lupins, et l'on introduisit de l'argent, du cuivre, du plomb et de l'étain dans de l'eau distillée pure, on les y laissa quelques jours, puis on remplit de ces eaux des tubes dans lesquels on enracina de nouveau des lupins ([1]). Je mets sous les yeux de l'Académie une seconde photographie, dans laquelle on voit les lupins former des racines dans l'eau pure, dans l'eau qui avait séjourné au contact de l'argent, du plomb et de l'étain, mais présenter un arrêt de développement complet dans l'eau de cuivre.

» Ce n'est pas seulement le lupin blanc qui ne peut former de racines dans l'eau cuivreuse; il en est de même des lupins jaunes, des ricins; le blé présente encore les mêmes arrêts de développement. La photographie que je présente montre que le blé fait de longues racines dans l'eau qui a subi deux distillations et qu'il n'en forme pas dans l'eau non distillée de nouveau, ni dans l'eau qui a séjourné au contact du cuivre, même quand elle forme la moitié, le cinquième, le dixième ou le vingtième du volume total.

([1]) Il a fallu filtrer l'eau restée au contact du plomb, qui s'était troublée; après filtration, elle est restée limpide.

» L'eau cuivreuse est également fatale au lupin blanc, même quand elle est étendue de moitié ou des quatre-cinquièmes d'eau pure; quand on mélange l'eau cuivreuse avec les mêmes proportions d'eau de fontaine, les racines commencent à s'allonger, mais elles ne prennent leurs dimensions normales qu'autant qu'on les frotte avec du carbonate de chaux, qui arrête sans doute au passage les traces de cuivre que l'eau a pu prendre.

» Tous les essais que nous avons tentés pour caractériser le cuivre dans l'eau distillée ont échoué tant que nous n'avons pas poussé très loin la concentration; en cherchant dans les derniers 10^{cc}, résidus de la distillation de 10^{lit} de notre eau distillée, nous avons obtenu, après addition de quelques gouttes d'acide azotique, un louche par l'hydrogène sulfuré et une légère coloration par le ferrocyanure. En comparant la coloration par l'hydrogène sulfuré de notre résidu à celles que donnent des dissolutions extrêmement diluées de sulfate de cuivre, on a évalué à $0^{mgr},1$ ou $0^{mgr},2$ la quantité de cuivre contenue dans 1^{lit} de notre eau distillée. A un ou deux dix-millionièmes, le cuivre arrête le développement des racines du blé ou du lupin blanc ou jaune; il est donc extrêmement toxique, un peu plus même que ne l'a reconnu M. Coupin dans un travail récent [1].

» Il est d'autant moins douteux que le cuivre soit l'agent nocif qui arrête les germinations dans l'eau distillée, qu'on voit dans le Mémoire de J. Bœhm, origine des présentes recherches, que, dans le désir de soustraire complètement l'eau distillée à l'action de la chaux employée à la fabrication du verre, il conservait l'eau distillée d'expériences dans un vase de cuivre argenté, et il suffit de supposer que la couverture d'argent n'ait pas été absolument continue, qu'en quelques points l'eau ait été en contact avec le cuivre, pour expliquer tous ses insuccès.

» On sait, depuis longtemps, que les végétaux inférieurs sont très sensibles à l'action de traces impondérables de cuivre; Nœgeli notamment cite la curieuse expérience suivante : les *Spyrogyra* périssent dans de l'eau où séjourne une pièce d'or; l'or pur, au contraire, n'exerce aucune action. Les traces de cuivre abandonnées par l'alliage monétaire se fixent sur le verre; car si l'on enlève la pièce d'or, l'eau où elle était plongée, qu'on la remplace par de l'eau pure, celle-ci reste toxique pour les *Spyrogira*. Il faut que le vase ait été lavé à l'acide pour qu'elles puissent y vivre [2].

» L'eau distillée dans des alambics de cuivre peut donc entraîner des

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 400.
(2) *Ann. agr.*, t. XX, p. 157.

traces de métal qui la rendent vénéneuse, même pour les végétaux supérieurs au moment où ils commencent leur évolution; il est bien à remarquer cependant que, si les graines en germination sont nombreuses dans un volume d'eau restreint, l'évolution s'accomplit normalement; la dose de cuivre contenue dans l'eau, mortelle pour une seule plante, devient inoffensive pour trente ou quarante; leurs racines s'emparent du cuivre; car, lorsqu'on remplit des tubes avec l'eau où elles ont vécu plusieurs jours, on voit les graines y croître régulièrement.

» Des faits que nous venons de rappeler il semble qu'on puisse tirer les conclusions suivantes :

» 1° Les graines en germination forment des racines et commencent leur évolution dans l'eau absolument privée de chaux;

» 2° Le développement des racines des graines en germination s'arrête dans l'eau distillée quand elle renferme des traces impondérables de cuivre;

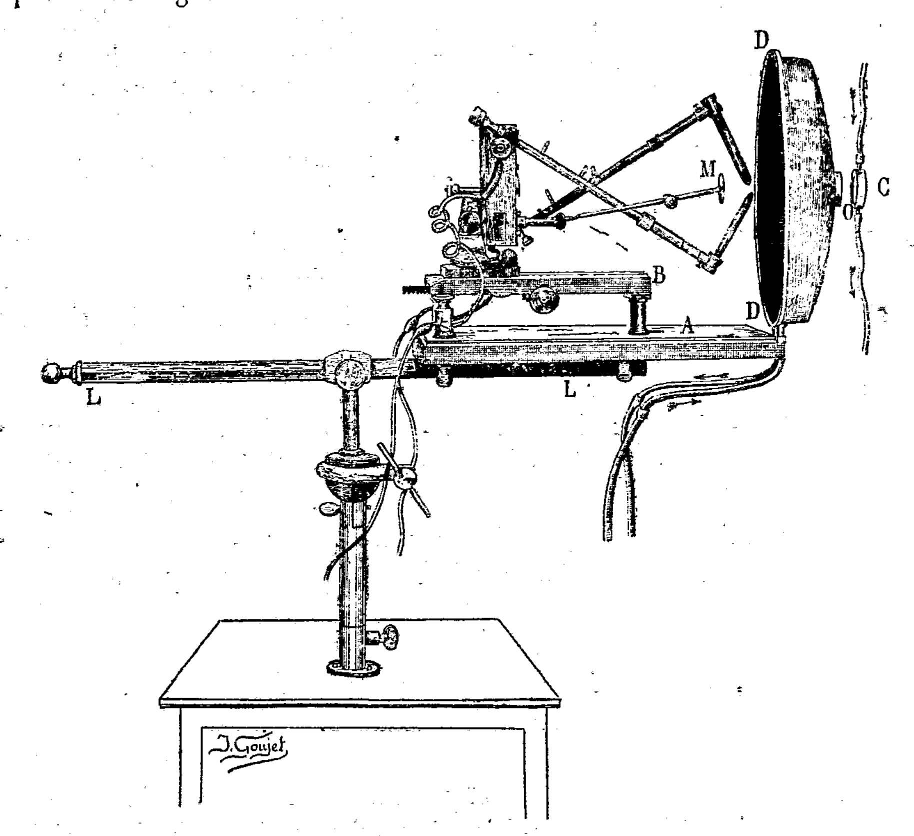
» 3° Les êtres vivants : champignons, algues, graines des végétaux supérieurs en voie de germination, sont des réactifs infiniment plus sensibles que tous ceux qu'on emploie dans le laboratoire, et décèlent la présence de quantités infinitésimales d'un métal comme le cuivre, qu'on ne peut caractériser par les réactions chimiques habituellement employées. »

PHOTOTHÉRAPIE. — *Appareil photothérapique sans condensateur.* Note de MM. **Lortet** et **Genoud.**

« Quand on se sert de l'arc voltaïque comme source lumineuse dans l'application de la méthode photothérapique, l'appareil employé par Finsen et celui dont nous avons proposé l'usage (voir notre Communication du 4 février) concentrent les rayons lumineux à l'aide de condensateurs. Avec ce dispositif, le *rendement* pour le but qu'on se propose est relativement minime, car il en résulte une déperdition considérable de radiations chimiques, plus ou moins retenues par les milieux formant les condensateurs. Au point maximum de concentration, on obtient une zone de la grandeur d'une pièce de un franc environ, zone qui représente l'élément actif auquel il faut exposer les parties à traiter pendant un laps de temps variant entre une heure et une heure un quart, pour voir se produire l'effet curatif.

» Nous avons cherché à supprimer les condensateurs : pour cela, il fallait rendre utilisables les rayons lumineux le plus près possible de leur ori-

gine, avant leur dispersion, le degré de concentration augmentant naturellement à mesure qu'on se rapproche de la source lumineuse. Nous y avons pleinement réussi avec le dispositif que nous avons imaginé et que représente la figure ci-dessous.



» L'arc électrique à courant continu est produit entre deux charbons formant un angle suffisant pour que le cratère du charbon positif projette la plus grande partie de la lumière suivant un cône dont l'axe passerait par le centre de l'orifice O de DD, sorte de cuvette oblongue à double fond, dont les parois distantes de 6 à 7 millimètres laissent un espace vide dans lequel circule de l'eau froide, ce qui empêche l'échauffement de DD remplissant le rôle d'écran percé d'un orifice par lequel passe la lumière. Un système de bras articulés et de vis permet le réglage de l'arc, que l'on peut approcher plus ou moins de O.

» Quand l'appareil fonctionne, l'arc est amené à une distance de 1 à 2 centimètres de l'orifice. Les charbons sont masqués par les rebords de DD. Le petit miroir M empêchant toute projection de lumière en arrière, l'arc n'est donc éclairant que par sa partie antérieure.

» En avant de l'orifice O se fixe un petit appareil C, sorte d'obturateur creux (nous

l'avons représenté séparé sur la figure), limité sur ses deux faces par un disque de cristal de roche; dans l'intérieur circule un courant d'eau froide.

» L'expérience nous a appris qu'on peut approcher l'arc à une distance de 4^{cm} à 5^{cm} de cet obturateur, *sans que celui-ci s'échauffe*. Il laisse assurément passer la plus grande partie des radiations calorifiques. *Mais, toute partie suffisamment appliquée contre le disque postérieur (par rapport à l'arc) de façon à faire corps avec lui, étant de ce fait constamment rafraîchie, est complètement soustraite à l'action des radiations calorifiques, rien par contre n'entravant celle des radiations chimiques.*

» L'ensemble de l'appareil est monté sur une tige LL mobile en tous sens; l'arc employé consomme de 8 à 10 ampères à 40 ou 45 volts.

» En dehors de toute question de commodité et d'économie, les résultats obtenus sont les suivants :

» 1. Suivant la dimension de l'obturateur, la zone active peut varier dans les dimensions de 1^{cm} à 6^{cm} de diamètre. (Les appareils à condensateurs ne donnent qu'une zone active de la grandeur d'une pièce de un franc.)

» 2. L'intensité photochimique de cette zone est suffisante pour que le temps d'exposition nécessaire pour obtenir le résultat curatif désiré ne dépasse pas quinze à vingt minutes (au lieu de une heure à une heure quinze, temps de pose indispensable avec les appareils déjà cités). Il est probable, du reste, qu'on pourra diminuer encore la durée de cette exposition.

» L'appareil dont nous venons d'exposer sommairement le fonctionnement permettra donc de réduire, dans des proportions considérables, la durée du traitement photothérapique, seule objection justifiée faite jusqu'à maintenant à l'emploi de cette méthode. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un « Traité théorique et pratique d'Électrométallurgie », par M. *Adolphe Minet*. (Présenté par M. Mascart.)

La Société des amis des Sciences mathématiques et physiques de Poltava adresse à l'Académie ses respectueuses condoléances à l'occasion de la mort de M. *Ch. Hermite*.

ASTRONOMIE. — *Observations des variations d'éclat de la planète Éros faites à l'observatoire de Lyon.* Note de MM. GUILLAUME, LE CADET et LUIZET, présentée par M. Lœwy.

« Les variations d'éclat de la planète Éros ont été suivies à l'observatoire de Lyon par MM. Le Cadet (L. C.) à l'équatorial coudé ($0^m,32$), Guillaume (J. G.) et Luizet (M. L.) à l'équatorial Brunner ($0^m,16$).

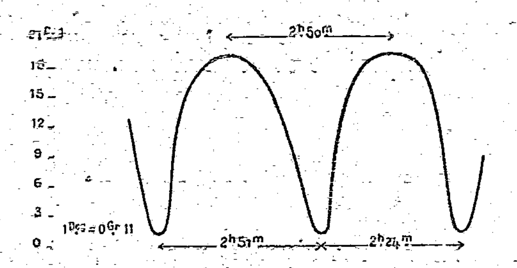
» La méthode employée par ces trois observateurs est celle d'Argelander.

» Les observations, commencées chaque soir dès que la nuit le permettait, ont été faites sans interruption jusqu'au moment où, la planète arrivant trop près de l'horizon, les comparaisons devenaient incertaines.

» On a ainsi obtenu, pour chaque soirée, une courbe de lumière dont on a tiré les heures des maxima et minima correspondants.

» Le Tableau qui suit résume ces observations : les résultats y sont groupés en deux séries se rapportant aux époques tropiques d'ordre pair et impair à partir d'une certaine date, conformément à la remarque, faite par M. André, que la durée totale de la période de variation d'Éros comprenait deux maxima et deux minima ; l'accord presque constant des valeurs individuelles, surtout pour les minima, est intéressant à signaler.

» La variation totale d'éclat de la planète est environ de deux grandeurs



et la courbe de lumière ci-jointe, sans être définitive, donne une représentation assez approchée de la variation actuelle d'Éros.

	Minimum I.				Minimum II.		
	Heure (T. M. Paris).				Heure (T. M. Paris).		
Dates.	J. G.	L. C.	M. L.	Dates.	J. G.	L. C.	M. L.
	h m	h m	h m		h m	h m	h m
1901, février 20.	7.55	7.56	8. 0	1901, février 20.	10.50	10.51	10.50
21.	10.14	10.15	10.14	21.	7.55	7.54	7.53

Dates.	Minimum I. Heure (T. M. Paris). J. G.	L. C.	M. L.
	h m	h m	h m
1901, février 22.	7.26	7.25	7.27
23.	9.40	9.40	9.42
25.	9. 9	9.10	9. 8
27.	»	8.32	8.33

Dates.	Minimum II. Heure (T. M. Paris). J. G.	L. C.	M. L.
	h m	h m	h m
1901, février 22.	10.11	10.12	10.12
23.	7.18	7.15	7.17
25.	12. 2	12. 0	12. 2
26.	9. 8	9. 8	9.10
27.	»	11.20	11.23

Dates.	Maximum I. J. G.	L. C.	M. L.
	h m	h m	h m
1901, février 20.	9.15	9.16	9.16
21.	11.42	11.26	11.45
22.	8.38	8.40	8.35
23.	10.55	10.58	10.55
25.	10.37	10.30	10.36
26.	7.35	7.34	7.44
27.	»	10. 0	9.53

Dates.	Maximum II. J. G.	L. C.	M. L.
	h m	h m	h m
1901, février 21.	9.12	9. 5	9.12
22.	11.33	11.20	11.35
23.	8.25	8.38	8.18
25.	»	8.18	»
26.	10.20	10.25	10.20

ASTRONOMIE. — *Sur les époques tropiques de la période de variation d'éclat de la planète Éros.* Note de M. **M. Luizet**, présentée par M. Lœwy.

« Si nous désignons par m_1, M_1, m_2, M_2 les deux minima et les deux maxima compris dans chaque période de variation lumineuse d'Éros, la discussion des observations d'éclat de cette planète, faites à l'observatoire de Lyon par MM. Guillaume, Le Cadet et Luizet, et dirigée d'après la méthode adoptée pour les étoiles doubles photométriques, conduit aux résultats suivants :

» 1° Les intervalles de temps $(m_2 - m_1)$ et $(m_1 - m_2)$ diffèrent notablement l'un de l'autre; il en est de même des intervalles $(M_2 - M_1)$ et $(M_1 - M_2)$. On trouve, en effet :

$$\begin{aligned} m_2 - m_1 &= 0^j,119 = 2^h.51^m, \\ m_1 - m_2 &= 0,100 = 2.24, \\ M_2 - M_1 &= 0,118 = 2.50, \\ M_1 - M_2 &= 0,101 = 2.26; \end{aligned}$$

» 2° Les durées d'accroissement de lumière entre m_1 et M_1 et entre

m_2 et M_2 diffèrent peu :

$$M_1 - m_1 = 0^j,056 = 1^h.20^m,$$
$$M_2 - m_2 = 0,054 = 1.18,$$

tandis que les durées des diminutions d'éclat entre M_1 et m_2 et entre M_2 et m_1 sont, au contraire, assez différentes :

$$m_2 - M_1 = 0^j,063 = 1^h.31^m,$$
$$m_1 - M_2 = 0,046 = 1.6;$$

» 3° La durée totale P de la période est :

$$0^j,2195 = 5^h16^m,1 \text{ d'après les minima}$$

et

$$0^j,2196 = 5^h16^m,2 \text{ d'après les maxima;}$$

soit

$$P = 5^h16^m,15;$$

» 4° Les éléments provisoires donnant les époques successives des minima m_1 et m_2 sont, en temps moyen astronomique de Paris,

$$\left.\begin{array}{lr} \text{1901. Février } 20\ldots\ldots & 7^h57 \\ 20\ldots\ldots & 10^h48 \end{array}\right\} + 5^h16^m,15\,\text{E}.$$

Dans une prochaine Communication nous donnerons la discussion des éclats eux-mêmes. »

ASTRONOMIE. — *Variations d'éclat de la planète Éros.* Note de M. **Baillaud**, présentée par M. Lœwy.

« Les variations d'éclat de la planète Éros, mesurées par M. Rossard, ont été discutées à l'observatoire de Toulouse.

» Il en résulte que la période entre les maximums d'éclat est égale à celle déduite des minimums; elle est de $2^h23^m,1$.

» Le minimum normal d'éclat a eu lieu le 14 février, à 9^h31^m, temps moyen de Toulouse; le maximum normal, le même jour, à 10^h36^m. Du minimum au maximum il s'est écoulé 65 minutes, tandis que l'intervalle du maximum au minimum serait de 78 minutes. Toutefois les observations sont presque aussi bien représentées par l'hypothèse de neuf périodes exactes dans la durée adoptée pour dix; dans ce cas, les demi-périodes seraient presque égales. »

ASTRONOMIE. — *Éléments du système formé par la planète double Éros.* Note de M. Ch. André, présentée par M. Lœwy.

« Les constantes de la courbe de lumière, données par M. Luizet, conduisent pour le système d'Éros aux éléments suivants :

1° Durée de la révolution .... $5^h 16^m,15$
2° Excentricité 0,0569
3° Longitude du périastre comptée à partir de la ligne des nœuds. 162°,45
4° Le demi-grand axe est fort peu supérieur à la somme des rayons des deux astres supposés sphériques.
5° La densité moyenne du système par rapport au Soleil est..... 2,4
6° Les dimensions des deux corps supposés sphériques sont fort peu différentes : leur rapport serait compris entre $\frac{3}{2}$ et 1.
7° Ces astres seraient des ellipsoïdes très allongés; leur aplatissement, dans l'ellipse méridienne, paraît être voisin de $\frac{1}{2}$.

» Je ferai remarquer que :

» 1° La durée de révolution du satellite d'Éros est voisine de celle de Phobos ($7^h 39^m$).

» 2° L'excentricité est presque égale à celle de l'orbite lunaire (0,0549).

» 3° La densité moyenne de ce système est de l'ordre de celle de Mars (2,8).

» 4° L'aplatissement est en dehors de tous ceux que nous connaissons jusqu'ici : je me réserve de revenir sur ce sujet dans une prochaine Communication. »

ASTRONOMIE. — *Sur la période de variabilité d'éclat de la planète Éros, d'après des déterminations faites à l'observatoire de Toulouse.* Note de M. L. Montangerand, présentée par M. Lœwy.

« Annoncée comme probable par une Note du Dr Egon von Oppolzer, de Potsdam, la variabilité d'Éros est maintenant entièrement confirmée par diverses Communications parues aux *Comptes rendus* (18 février) et aux *Astronomische Nachrichten*, n° 3688.

» Des recherches photographiques sur ce sujet ont été entreprises à

Toulouse, à l'Instrument de la Carte du Ciel, et seront poursuivies jusqu'à la fin de l'opposition de la planète. Les résultats en seront publiés ultérieurement.

» Mais il est utile de dire, dès maintenant, qu'une pose obtenue le 16 février donnait, pour la demi-période de décroissance, d'un maximum au minimum suivant, une durée supérieure à une heure. Un autre cliché longuement posé, fait à la date du 23 février, permet d'attribuer à la période entière une durée d'environ deux heures et demie.

» La comparaison des clichés en question avec d'autres, obtenus à des dates éloignées, pourra sans aucun doute fixer sur la valeur de la période cherchée, car la mesure des traînées se fait avec une précision de quelques minutes.

» Voici, en attendant, les résultats de comparaisons visuelles d'Éros aux étoiles voisines, indiquées pour les dates suivantes dans ce Tableau :

	BD.	N°.	Grandeur d'après BD.
1901 février 23	$+16^{\circ}$	712	9,4
	+16	719	9,5
	+16	720	9,3
» 25	+15	784	9,5
» 27	+15	815	9,5
	+14	907	9,3

» Le maximum d'éclat de la planète a été constaté aux moments ci-dessous :

Février 23	$8^h 30^m$	temps moyen de Toulouse.
» 25	7.35	»
» 27	6.57	»

» La grandeur était alors 9,5 environ. Les intervalles respectifs des maxima observés sont : 2825^m et 2842^m. Or, d'après la remarque contenue dans la Note de M. Rossard (*Comptes rendus* du 18 février) qu'il y a un peu plus de 10 périodes de variation dans un jour, on peut rechercher quelle serait la durée de cette période, en admettant alors qu'il y en ait 20 du 23 au 25 et du 25 au 27 février. On trouvera ainsi, pour la période, les durées respectives : $2^h 21^m$ et $2^h 22^m$. On voit que ces nombres concordent absolument avec ceux déjà obtenus à Toulouse. Il y a lieu de croire que $2^h 22^m$ représentent bien l'amplitude de la période de variabilité. »

ASTRONOMIE. — *Sur la nouvelle étoile de Persée.* Note de M. **M. Luizet**, présentée par M. Lœwy.

« Je donne ici quelques éclats de cette Nova, déduits de comparaisons faites à α Taureau, β Gémeaux, α Persée et γ Cassiopée, en adoptant pour grandeurs de ces étoiles celles données par la *Connaissance des Temps :*

Février	26	à	$8^h 45^m$	$1^{gr},1$
	27	à	9. 5	1,5
	27	à	10.20	1,9
	27	à	11.20	2,0
	27	à	11.40	2,1
	27	à	12. 0	2,1
Mars	1	à	8.45	2,1 à 2,2

ASTRONOMIE. — *Observations de l'étoile nouvelle de Persée.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Janssen.

« Le 23 février, l'observatoire de Meudon recevait une dépêche annonçant une étoile nouvelle dans la constellation de Persée.

» Je me suis proposé d'étudier avec soin le spectre de l'étoile; car c'est l'analyse spectrale qui fournit sur ces astres singuliers les renseignements les plus complets et les plus variés.

» La première étoile temporaire étudiée au spectroscope est l'étoile de 1866, T de la Couronne. Son spectre, relevé par sir Huggens, était caractérisé par les raies de l'hydrogène brillantes et larges, qui ont été reconnues plus tard absolument semblables dans les protubérances éruptives du Soleil.

» La suivante, apparue en 1876 dans le Cygne, a montré un spectre continu rehaussé par les raies brillantes des protubérances solaires, au moment de son maximum. Puis, lorsque l'étoile a décru, elle s'est débarrassée peu à peu de la partie continue du spectre et, à la fin, a montré seulement les raies caractéristiques des nébuleuses.

» L'étoile nouvelle de 1885 a donné seulement un spectre continu.

» Enfin la suivante, celle de 1893, apparue dans le Cocher, a été étudiée avec des appareils plus puissants que les précédents, et avec les méthodes

qui assurent, grace à l'aide de la Photographie, la mesure exacte des vitesses radiales. Le spectre était continu avec les raies de l'hydrogène et du calcium; mais chacune de ces raies était double, une des composantes étant noire et déplacée vers le violet, l'autre étant brillante et déplacée vers le rouge. L'intervalle des deux raies correspondait à une vitesse radiale de près de 1000^{km} par seconde et pouvait s'expliquer par l'existence de deux astres marchant l'un vers l'autre avec une énorme vitesse. A la fin, le spectre s'est transformé en celui des nébuleuses.

» Cependant l'observation de la nouvelle étoile de Persée a été contrariée par un mauvais temps persistant, Le 26 février, entre des éclaircies, on a dû faire deux photographies du spectre; de même le 28 février. Le spectroscope est celui que j'ai organisé pour l'étude des vitesses radiales des étoiles. Il a été employé avec la dispersion moyenne de deux prismes de flint léger. Les observations ont été faites avec le concours de M. Millochau, aide-astronome, et de M. Burson, assistant.

» Je présente à l'Académie un positif agrandi du spectre. Il montre le spectre de l'étoile encastré entre les deux moitiés d'un spectre terrestre de comparaison qui comprend les raies du fer, du calcium, de l'hydrogène, de l'hélium et de l'air.

» Le spectre apparaît, au premier abord, formé par des raies brillantes, extrêmement larges, assimilables à des bandes. On distingue nettement des bandes qui correspondent aux raies H_α (1), H_β, H_γ, H_δ, H_ε de l'hydrogène et aux raies H_{ca} et K_{ca} du calcium. Les raies de l'hydrogène sont d'autant plus larges et diffuses qu'elles sont plus réfrangibles. Pour toutes ces raies bandes, le milieu de la bande est déplacé vers le rouge par rapport à la raie terrestre. D'autres raies bandes aussi se montrent en particulier dans le vert, le bleu et l'indigo; elles seront étudiées ultérieurement.

» Un examen plus minutieux montre sur le bord violet de chaque raie bande précédente une large plage noire. Aussi peut-on considérer le spectre de cet astre comme semblable à celui de la Nouvelle du Cocher, avec cette différence que, dans la Nouvelle de cette année, les raies brillantes et noires sont beaucoup plus larges (2).

---

(1) Dans la partie lumineuse, on aperçoit la raie rouge H_α très intense, et une bande jaune faible, voisine des raies D_1, D_2 du sodium, qui se détachent sur un faible spectre continu. La raie H_α présente comme H_β deux raies noires.

(2) J'ai cité particulièrement les raies de l'hydrogène et du calcium; mais si l'on

» Sur l'épreuve, la bande H_β de l'hydrogène offre les détails suivants :

» Elle a trois maxima de lumière : l'un, qui est le plus intense, déplacé vers le violet (environ $-$ 600^{km} par seconde); le deuxième, au milieu, qui est à peine déplacé, et le troisième déplacé vers le rouge (environ $+$1000^{km}). Autrement on peut considérer la bande comme unique avec deux raies noires diffuses, qui correspondent aux intervalles des maxima précédents, et sont, l'une déplacée vers le violet (vitesse $-$300^{km} environ) et l'autre déplacée vers le rouge (vitesse $+$ 550^{km}).

» Les raies de l'hydrogène, plus réfrangibles que H_β, ont des divisions semblables, mais à peine perceptibles.

» Les raies H_{ca} et K_{ca}, d'autre part, présenteront chacune une raie noire, fine et nette; ce sont les seules raies nettes du spectre; elles sont déplacées un peu vers le rouge; mais la Terre actuellement s'éloigne de Persée; si l'on tient compte du mouvement de la Terre, la vapeur qui produit ces raies a une faible vitesse par rapport à notre Soleil.

» Tels sont les premiers résultats de cette étude. Comment les interpréter ?

» Une première explication est la suivante : L'astre nouveau présente au moins trois masses de gaz sous une pression notable qui ont, par rapport à nous, des vitesses différentes. Une des masses a une faible vitesse et renferme de l'hydrogène et du calcium. Les deux autres ne contiennent que de l'hydrogène; de plus, l'une des deux s'approche, alors que l'autre s'éloigne. Les vitesses de ces deux dernières masses sont très grandes en valeur absolue, mais sont différentes selon que ces masses sont supposées correspondre dans le spectre à des parties brillantes ou à des parties noires des raies bandes.

» Une autre explication ne fait pas intervenir le principe de Doppler Fizeau, ou le fait intervenir d'une façon secondaire. Elle suppose non trois masses de gaz, mais une seule masse de gaz à très haute pression qui se meut à peine par rapport au Soleil et est subitement le siège de phénomènes électriques intenses. La haute pression, d'après les expériences de MM. Humphreys et Mohler, complétées par M. Wilsing, produit à la fois l'élargissement des raies et le déplacement de la raie bande vers le rouge.

» M. Wilsing a fait éclater l'étincelle disruptive dans l'eau entre des électrodes métalliques, et a noté les changements des raies métalliques.

---

examine les autres raies bandes du spectre, on trouve que ces raies bandes se retrouvent dans le spectre de la Nouvelle de 1893, mais très amincies.

Outre le déplacement de l'ensemble vers le rouge, il a reconnu que l'extrémité de la raie élargie du côté rouge est plus diffuse et plus faible, et que la raie élargie a plusieurs maxima diffus. Or ces trois détails caractéristiques se retrouvent dans les raies de l'étoile nouvelle de Persée.

» Cette seconde explication est plus simple. Mais peut-elle s'accorder, comme le suppose M. Wilsing, avec le spectre continu que, d'après les expériences anciennes de M. Cailletet, les gaz donnent aux très hautes pressions? Cette explication permettrait peut-être, d'ailleurs, de tout ramener à un corps unique, de grande masse et de grande densité, dont la surface solidifiée serait brusquement rompue et donnerait accès aux gaz et à la chaleur du noyau.

» Mais une étude expérimentale plus complète est nécessaire pour décider entre les explications qui se présentent à l'esprit.

» *Addition.* — Une épreuve du spectre de la nouvelle étoile, obtenue le 3 mars dans le jaune et le vert, montre trois raies, bandes vertes brillantes, qui correspondent, la moins réfrangible au triplet vert du magnésium, et les deux autres aux raies $\lambda 501$ et $\lambda 492$ du parhélium. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur une certaine surface du troisième ordre.* Note de M. **D.-Th. Egorov.**

« Je viens de signaler une classe assez étendue de surfaces qui admettent une déformation continue avec conservation d'un système conjugué (*Comptes rendus*, p. 302 de ce Volume). On obtient toutes les surfaces de cette classe en appliquant la transformation de K.-U. Peterson (*loc. cit.*) à la surface tétraédrale du dix-huitième ordre :

$$(1) \quad \begin{cases} x = A_1(u-s_1)^{\frac{3}{2}}(v-s_1)^{\frac{3}{2}}, \\ y = A_2(u-s_2)^{\frac{3}{2}}(v-s_2)^{\frac{3}{2}}, \\ z = A_3(u-s_3)^{\frac{3}{2}}(v-s_3)^{\frac{3}{2}}, \end{cases}$$

qui est l'une des plus simples de la classe considérée.

» Je vais compléter mes résultats en déterminant la surface *associée* [1] à la déformation infiniment petite de l'espèce considérée (on obtient une

---

[1] Bianchi, *Lezioni di Geometria differenziale.*

telle déformation en supposant infiniment petit le paramètre arbitraire désigné par σ dans ma Note citée). Il suffit d'ailleurs de considérer la déformation de la surface tétraédrale (1), la transformation de M. Peterson laissant invariable la surface associée. Pour déterminer effectivement la surface cherchée, on n'a qu'à construire l'ensemble des douze surfaces de M. Darboux ([1]) en prenant pour surface initiale S la surface tétraédrale (1) et en considérant la déformation infiniment petite qui vient d'être définie. La surface A_1 (*loc. cit.*) de cet ensemble est précisément la surface cherchée; elle est définie par l'équation

$$(2) \qquad \left(\frac{x}{m_1}\right)^2 + \left(\frac{y}{m_2}\right)^2 + \left(\frac{z}{m_3}\right)^2 - 2\frac{xyz}{m_1 m_2 m_3} = 1,$$

où l'on a désigné par m_1, m_2, m_3 trois constantes proportionnelles respectivement à

$$\frac{A_1}{(s_2-s_3)^2}, \quad \frac{A_2}{(s_3-s_1)^2}, \quad \frac{A_3}{(s_1-s_2)^2}.$$

» La surface (2) est une surface du troisième ordre à quatre points doubles (points coniques)

$$(m_1, m_2, m_3), \ (m_1, -m_2, -m_3), \ (-m_1, m_2, -m_3) \text{ et } (-m_1, -m_2, m_3),$$

ce que l'on reconnaît aisément en transportant l'origine des coordonnées dans l'un de ces points. Les lignes asymptotiques de la surface (2) correspondent au système conjugué $u = \text{const.}$, $v = \text{const.}$ de la surface (1), la correspondance étant celle par plans tangents parallèles. Les expressions des cosinus de la normale à la surface (2) étant les mêmes que celles de la surface (1), on reconnaît immédiatement que lesdits cosinus sont proportionnels aux trois fonctions

$$(3) \qquad \begin{cases} \theta_1 = \dfrac{s_2-s_3}{A_1}\dfrac{\sqrt{u-v}}{\sqrt{(u-s_1)(v-s_1)}}, \qquad \theta_2 = \dfrac{s_3-s_1}{A_2}\dfrac{\sqrt{u-v}}{\sqrt{(u-s_2)(v-s_2)}}, \\ \theta_3 = \dfrac{s_1-s_2}{A_3}\dfrac{\sqrt{u-v}}{\sqrt{(u-s_3)(v-s_3)}}, \end{cases}$$

qui vérifient une même équation linéaire

$$(4) \qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} = \frac{1}{4(u-v)^2}\theta.$$

([1]) *Leçons sur la Théorie générale des surfaces*, t. IV, p. 48-72.

» La surface (2) appartient à la classe des surfaces dont la courbure totale K s'exprime en fonction des paramètres u, v des lignes asymptotiques de la manière suivante :

$$(5) \qquad K = -\frac{1}{[\varphi(u) + \psi(v)]^2}.$$

» Cela résulte de la formule générale [1]

$$K = -\frac{1}{(\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2)^2}$$

et des expressions (3) des quantités θ_i; ce résultat est d'ailleurs évident *a priori*, d'après les recherches de M. Cosserat [2]. La classe des surfaces (5) a été étudiée par M. Bianchi, qui en a indiqué plusieurs propriétés intéressantes [3]. En particulier, si l'on détermine une surface S_1 correspondant avec orthogonalité des éléments linéaires à une surface S de la classe considérée et que l'on mène par les points de S_1 des droites parallèles aux normales de S, on obtient une congruence rectiligne (g) qui peut être considérée comme une congruence cyclique d'une infinité de manières différentes. La détermination des congruences (g) correspondant à la surface (2) revient à l'intégration de l'équation (4); en utilisant les solutions entières de cette équation on parviendra aux congruences (g) algébriques.

» Le nombre de surfaces de la classe (5) que l'on connaît explicitement est d'ailleurs assez restreint; c'est pourquoi j'ai pensé qu'il y avait quelque intérêt à signaler la surface si simple (2) appartenant à la classe considérée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes complets d'équations aux dérivées partielles*. Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

« Dans une précédente Communication nous avons, en particulier [4], énoncé un théorème relatif aux systèmes complets d'équations linéaires

---

(1) Darboux, *Leçons sur la Théorie générale des surfaces*, t. IV, p. 29, 30.

(2) *Comptes rendus*, 1891.

(3) *Sopra alcune nuove classi di superficie e di sistemi tripli ortogonali* (*Annali di Matematica*, 2e série, t. XVIII).

(4) *Comptes rendus*, mai et juin 1900. — Voir aussi *Journal de Mathématiques*, 1901, p. 50 et suivantes.

aux dérivées partielles définissant deux divisions P et Q de l'espace R_n invariables par un groupe transitif G de Lie.

» On peut établir un théorème tout à fait analogue qui ne fait pas intervenir la théorie des groupes finis continus de transformations de Lie.

» Théorème. — *Soient*

$$(1) \qquad \begin{cases} Y_1 = 0, & \ldots, & Y_p = 0, \\ Z_1 = 0, & \ldots, & Z_q = 0, \end{cases}$$

deux systèmes complets

$$(2) \qquad \begin{cases} \Omega_1, & \ldots, & \Omega_{n-p}, \\ O_1, & \ldots, & O_{n-q}, \end{cases}$$

deux systèmes de solutions indépendantes de ces deux systèmes. Les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'ensemble des équations (1) *forme un système complet à* $p+q-s$ *équations sont que l'ensemble des fonctions* (2) *comprenne* $n-s$ *fonctions indépendantes et que les deux systèmes complets* (1) *aient* $n-(p+q-s)$ *solutions communes.*

» Ce théorème peut être établi et énoncé en faisant intervenir des considérations géométriques :

» Théorème. — *Soient*

$$(1) \qquad \begin{cases} Y_1 = 0, & \ldots, & Y_p = 0, \\ Z_1 = 0, & \ldots, & Z_q = 0 \end{cases}$$

deux systèmes complets

$$(2) \qquad \begin{cases} \Omega_1, & \ldots, & \Omega_{n-p}, \\ O_1, & \ldots, & O_{n-p}, \end{cases}$$

deux systèmes de solutions indépendantes de ces deux systemes

$$\begin{matrix} P, & \Omega_1 = \alpha_1, & \ldots, & \Omega_{n-p} = \alpha_{n-p}, \\ Q, & O_1 = a_1, & \ldots, & O_{n-q} = a_{n-q}, \end{matrix}$$

les deux divisions de l'espace correspondantes. Par tout point Π_0 *de l'espace passe une multiplicité* P_0 *de* P *et une* Q_0 *de* Q. *La condition nécessaire et suffisante pour que l'ensemble des équations* (1) *forme un système complet de* $p+q-s$ *équations est que, quel que soit le point* Π_0 (*de position générale*), *le lieu* R *des multiplicités* Q *qui rencontrent* P_0 *coïncide avec le lieu des multiplicités* P *qui rencontrent* Q_0; *l'ensemble des lieux* R *est alors une division de*

l'espace à $p+q-s$ degrés de liberté,

$$\varphi_1 = \text{const.}, \quad \ldots, \quad \varphi_{n-(p+q-s)} = \text{const.},$$

les premiers membres de ces équations formant un système de solutions indépendantes du système (1) (¹). »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Pour obtenir des rayons de courtes longueurs d'onde on peut utiliser l'effluve électrique, source intense de rayons violets et ultra-violets.* Note de M. **S. Leduc**, présentée par M. d'Arsonval.

« Le dispositif, à cet effet, consiste en un condensateur ayant pour diélectrique une lame transparente de celluloïd ou une mince lame de verre; une armature est formée d'une feuille de métal (aluminium) percée d'un orifice circulaire de 2^{cm} à 4^{cm} de diamètre; une sphère métallique de 2^{cm} à 3^{cm} de diamètre, appliquée sur le diélectrique en un point correspondant au milieu de l'orifice, forme l'autre armature.

» Lorsque ce condensateur est soumis à des charges et à des décharges rapides, les deux faces de la plaque diélectrique sont, au niveau de l'orifice de l'armature, recouvertes d'une effluve, siège d'une émission intense de rayons chimiques, violets et ultra-violets, purs de tout mélange avec des rayons calorifiques et lumineux. Ces rayons peuvent être recueillis par des lentilles de quartz ou de verre et réunis en foyer. Nous avons déjà fait connaître leur nature et leurs propriétés dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, séance du 12 juin 1899); le dispositif actuel donne une émission bien plus considérable.

» Ces rayons, très absorbables par le verre et par l'air, provoquent avec intensité la fluorescence et, à une petite distance, donnent aux écrans au platinocyanure de baryum un éclat comparable à celui que leur communiquent les rayons Röntgen. Sans concentration du faisceau, on obtient des actions photographiques qui dépassent en intensité celle de la lumière du Soleil avec tous ses rayons. Le procédé est particulièrement simple et commode pour soumettre les tissus anémiés à l'influence des rayons de courtes longueurs d'onde (traitement Finsen); on comprime les tissus avec une lame de quartz encadrée dans une plaque d'ébonite, on applique le

(¹) Comp. Goursat, *Leçons sur la Théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre*. Paris, 1891.

condensateur, la perforation de l'armature encadrant la lame de quartz; la sphère forme l'armature externe, *les rayons produits arrivent aux tissus n'ayant à traverser que la mince lame de quartz du compresseur*, évitant ainsi l'absorption par l'air, les lentilles et les milieux absorbants et réfrigérants, absorption si considérable pour les rayons de courtes longueurs d'onde.

» On anime le condensateur en mettant la sphère en communication avec l'armature externe d'une bouteille de Leyde dont l'armature interne communique avec l'un des pôles d'une bobine d'induction donnant au moins 6^{cm} d'étincelle. Un détonateur, entre la bobine et la bouteille de Leyde, permet de régler facilement le courant. L'autre pôle de la bobine communique avec l'armature interne d'une bouteille dont l'armature externe est mise au sol.

» On peut également animer le condensateur avec une machine à influence. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la propagation des oscillations hertziennes dans l'eau.* Note de M. C. **Gutton**, présentée par M. H. Poincaré.

« Lorsque les propriétés électriques et magnétiques d'un milieu isolant ne dépendent que de sa constante diélectrique, la longueur d'onde d'un résonateur reste la même, quand on la mesure d'abord dans l'air, puis dans ce milieu. Cette proposition a été déduite par M. Blondlot [1] de considérations d'homogénéité et vérifiée par lui dans le cas de l'huile de ricin et de la glace. Lorsque le milieu est magnétique, conducteur, ou encore présente une absorption notable pour les ondes hertziennes, ses propriétés ne sont plus définies par sa seule constante diélectrique, et alors l'égalité des longueurs d'onde d'un résonateur dans l'air et dans ce milieu n'est plus certaine d'avance. C'est le cas de l'eau de source ordinaire, dont les propriétés électriques dépendent d'autres paramètres que sa constante diélectrique. Cette eau a une conductibilité notable et les ondes électromagnétiques y subissent une absorption considérable. L'expérience seule peut décider si la longueur d'onde d'un résonateur est la même dans l'air et dans l'eau.

» A l'aide d'un excitateur de Hertz j'ai produit des ondes le long de deux fils de

(1) R. Blondlot, *Comptes rendus*, t. CXV, p. 225; 1892, et t. CXIX, p. 595; 1894.

cuivre étamés parallèles et distants de 38^{cm}. A $2^m,50$ de l'excitateur, ces fils pénètrent dans une cuve en bois paraffiné étanche; le résonateur, constitué par un cercle de 36^{cm} de diamètre en fil de cuivre étamé de 3^{mm}, y est disposé entre les deux fils. Au delà du résonateur ces fils se rapprochent et sont tendus, sur une longueur de 4^m, à 4^{cm} l'un de l'autre, dans une auge en bois paraffiné de 10^{cm} de large et 5^{cm} de profondeur. Les deux fils y sont réunis par un pont. Lorsqu'on déplace ce pont, l'étincelle à la coupure du résonateur passe par une série de minima et de maxima. Le quart de la longueur d'onde du résonateur est la distance entre les deux positions du pont, qui correspondent à un minimum et au maximum suivant.

» J'ai d'abord placé le résonateur dans le plan des fils. L'expérience étant faite dans l'air, les distances du pont au centre du résonateur pour le premier minimum et le premier maximum sont les suivantes :

Premier minimum...... 71^{cm} Premier maximum..... 143^{cm}

» Après avoir rempli d'eau la cuve et l'auge de façon à immerger complètement le résonateur et les fils, j'ai recommencé l'expérience. L'étincelle du résonateur jaillissait sous l'eau; si les ondes envoyées par l'excitateur sont assez intenses, cette étincelle, quoique courte, est très brillante et s'observe facilement. Il est d'ailleurs indispensable de plonger dans l'eau la coupure du résonateur; sa période de vibration dépend, en effet, de sa capacité, et cette capacité, qui est justement modifiée lorsqu'on plonge le résonateur dans l'eau, est en partie due aux bords en regard de la coupure. Les mesures faites dans l'eau sont toutefois un peu moins précises que celles qui sont effectuées dans l'air; cela tient à ce que l'eau absorbant en partie l'onde de retour, les minima ou les maxima deviennent d'autant plus difficiles à saisir que le pont est plus éloigné du résonateur. Les distances du pont au centre du résonateur ont été :

Premier minimum...... 72^{cm} Premier maximum..... 144^{cm}

» Ces nombres résultent de moyennes entre plusieurs expériences; pour le premier minimum, le plus grand écart entre deux expériences était de 5^{cm}; pour le premier maximum, de 10^{cm}. Les positions du pont restent ainsi les mêmes, que l'expérience se fasse dans l'air ou dans l'eau; on doit en conclure que *la longueur d'onde du résonateur n'a pas changé.*

» J'ai recommencé en plaçant le résonateur dans un plan perpendiculaire aux fils de transmission. Pour les expériences dans l'air, les distances du pont au résonateur ont été :

Premier maximum...... 56^{cm} Premier minimum..... 132^{cm}

Pour les expériences dans l'eau :

Premier maximum...... 54^{cm} Premier minimum..... 129^{cm}

» Ces résultats conduisent aux mêmes conclusions : *la longueur d'onde reste la même lorsque le résonateur et les fils de transmission sont plongés dans l'eau.*

» En répétant ces expériences avec des excitateurs de grandeurs et de capacités différentes, j'ai constaté que la longueur d'onde du résonateur était indépendante de l'excitateur. Cette vérification était nécessaire, car les conclusions précédentes ne sont valables que si la résonance multiple subsiste lorsque le résonateur est plongé dans l'eau. Si l'eau, en effet, amortissait suffisamment les oscillations du résonateur, on n'observerait plus la longueur d'onde correspondant à sa période propre, mais une longueur d'onde qui dépendrait de la période de l'excitateur.

» J'ai enfin cherché ce que deviennent les positions du pont, correspondant aux maxima et aux minima, si, au lieu d'immerger à la fois le résonateur et les fils de transmission, on plonge seulement dans l'eau ces derniers.

» La distance entre deux positions du pont qui correspondent à deux minima consécutifs de l'étincelle, c'est-à-dire la demi-longueur d'onde du résonateur, a été de 145^{cm} lorsque les fils étaient dans l'air. Si l'on plonge ces fils dans l'eau, elle est réduite à $17^{cm},5$, et cette dernière longueur d'onde a la même valeur, que le résonateur soit dans le plan des fils ou dans un plan perpendiculaire.

» Le chemin parcouru par les ondes pendant une période du résonateur oscillant dans l'air est donc $\frac{145}{17,5} = 8,3$ fois plus petit dans l'eau que dans l'air, c'est-à-dire l'indice de réfraction de l'eau pour les ondes électromagnétiques est 8,3. Ce nombre est voisin de ceux qu'ont trouvés divers expérimentateurs : MM. Heerwagen, Cohn et Zeeman, Cole, Nernst, Drude.

» Les premières expériences montrent que, si l'on immerge également le résonateur, la longueur d'onde λ reprend la même valeur que dans l'air; la relation $\lambda = VT$ exige alors que la période d'oscillation du résonateur devienne 8,3 fois plus grande lorsqu'on le plonge dans l'eau (1). »

PHYSIQUE. — *Lois de transparence de la matière pour les rayons X.* Note de M. L. **Benoist**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une précédente Communication (2), j'ai fait connaître une première partie des résultats que m'avait fournis l'étude méthodique de la

(1) Quelques-uns de ces résultats sont contraires à ceux que M. Turpain a tirés d'expériences analogues (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 676; 1899, ou *Recherches expérimentales sur les oscillations électriques*, A. Hermann, Paris).

(2) L. Benoist, *Comptes rendus*, 11 février 1901.

transparence de la matière pour les rayons X. J'ai montré que l'opacité spécifique pour ces rayons constitue une nouvelle propriété additive, indépendante des états physiques et des groupements moléculaires, mais uniquement d'ordre atomique et pouvant être exprimée, pour les corps simples, par une fonction déterminée et croissante de leur poids atomique; j'ai défini des équivalents de transparence permettant de traduire cette fonction par des courbes d'isotransparence, et de calculer *a priori*, avec précision, l'équivalent de transparence d'un mélange ou d'un composé quelconques pris dans des conditions déterminées. La figure ci-contre représente :

» 1° La courbe expérimentale d'isotransparence des corps simples, et par conséquent la loi générale de transparence de la matière, pour une qualité déterminée de rayons X, de *dureté* moyenne; à droite se trouve reportée la portion de courbe allant du fluor au carbone; celle qui va du carbone ($E = 70$) au lithium ($E = 115$) n'a pu entrer dans le cadre adopté : elle est très sensiblement rectiligne;

» 2° Une deuxième courbe d'isotransparence (courbe pointillée) correspondant à des rayons *mous* déterminés;

» 3° L'hyperbole équilatère, $P \times E = 805$, passant par le point figuratif du lithium et paraissant, jusqu'à nouvel ordre, limiter le réseau des courbes expérimentales.

» De telles courbes constituent la base précise de toute une série d'études théoriques et d'applications pratiques qui feront l'objet des Communications suivantes.

» Je me contente aujourd'hui de signaler leur emploi pour caractériser les tubes radiogènes et classer les rayons X employés. On voit que le passage d'une courbe à une autre ne se fait pas par déplacements proportionnels pour les différents corps, ce qui est une nouvelle preuve de l'absorption sélective, variable d'un corps à l'autre, que j'ai si souvent signalée. On peut donc constituer des *échelles de dureté* pour rayons X, en prenant des couples de corps de radiochroïsme très différent; c'est ainsi que j'ai vu la transparence du chrome, comparée à celle de la paraffine, varier dans le rapport de 1 à 10 à mesure que les rayons devenaient plus *durs*. On voit combien peuvent être illusoires des recherches sur la transparence des corps, si l'on ne tient pas compte du radiochroïsme.

» Depuis ma dernière Communication, MM. A. Hébert et G. Reynaud ont porté à la connaissance de l'Académie, et en même temps à la mienne (¹), l'existence d'un travail antérieurement publié par eux dans le

(¹) ALEXANDRE HÉBERT et GEORGES REYNAUD, *Comptes rendus*, 18 février 1901.

Equivalents de transparence des corps simples, en décigrammes

Poids atomiques

0 50 100 150 200

0 5 10 15 20 25 30 35

40 50 60 70

0 10 30

Fl
O
Na
Mg
Al
Si
P
Mg
S
Cl
Al
K
Ca
S
Ti
Cr
Fe
Ni
Cu
Zn
As
Se
Br
Sr
Pa
Ag
Cd
Sn
Sb
Te
I
Ba
Ta
Pt
Au
Hg
Tl
Pb
Bi
Ur
C
Az
O
Az

Hyperbole équilatère : P × E = 805

F. BORREMANS Sc

Bulletin de la Société chimique, 1899, et relatif à l'absorption spécifique des rayons X par les sels métalliques.

» En ce qui concerne la date de ce travail, je rappellerai que mes recherches sur les propriétés des rayons X, y compris la transparence des corps pour ces rayons, se poursuivent méthodiquement depuis janvier 1896 (voir *Comptes rendus*, 1896 et 1897; *Bulletin de la Société de Physique*, 1896 et 1897); dès le commencement de 1899, j'avais déjà vérifié, par les trois méthodes que j'ai indiquées, et par des mesures directes sur un certain nombre de corps simples, les résultats dont je publie actuellement l'ensemble.

» Quant aux faits eux-mêmes contenus dans le Mémoire signalé par MM. A. Hébert et G. Reynaud, il suffit de lire ce Mémoire pour constater qu'il ne formule aucune des conclusions générales et précises que j'ai formulées; il ne donne aucun résultat numérique concernant *directement les corps simples eux-mêmes*, mais seulement des valeurs relatives à un certain nombre de *sels métalliques* en *dissolution* dans l'eau. Dans ces nombres globaux, obtenus par une méthode un peu indirecte, et sans tenir compte du radiochroïsme et de ses conséquences, ces messieurs ont pu seulement *entrevoir*, en quelque sorte, très sagacement d'ailleurs, mais *sans l'évaluer* séparément, l'absorption spécifique du métal lui-même et l'influence de son poids atomique. Ils n'ont formulé ni représenté par une courbe aucune relation générale déterminée, mais seulement constaté le sens du phénomène. Leur conclusion était d'ailleurs, en propres termes, qu'*il serait prématuré de vouloir tirer de leur étude préliminaire* (et d'ailleurs partielle) *des conclusions fermes, et de vouloir fixer un classement définitif des éléments chimiques relativement à leur pouvoir absorbant pour les rayons* X. J'ajouterai qu'ils ont même été conduits à attribuer au poids moléculaire et aux groupements moléculaires, en ce qui concerne le pouvoir absorbant des corps, une influence qui n'existe pas en réalité. »

PHYSIQUE. — *Sur la radio-activité induite provoquée par les sels de radium.* Note de MM. **P. Curie** et **A. Debierne**, présentée par M. Henri Becquerel.

« M. et Mme Curie ont établi qu'une substance quelconque, placée dans le voisinage d'un sel de baryum radifère, devient elle-même radio-active. Cette radio-activité induite persiste pendant longtemps après l'éloignement

du sel de baryum radifère; cependant elle diminue avec le temps, d'abord rapidement, puis de plus en plus lentement, et semble tendre asymptotiquement vers zéro. M. A. Debierne a montré que les sels de baryum mis en contact intime avec les sels d'actinium acquièrent temporairement une partie des propriétés des sels de baryum radifère et conservent cet état pendant plusieurs mois.

» D'autre part, Mme Curie avait constaté, en mesurant la radio-activité de l'oxyde de thorium, des irrégularités qui n'avaient pu être expliquées à ce moment. M. Owens fit les mêmes remarques et montra que les courants d'air suppriment, en quelque sorte, une partie de l'activité de l'oxyde de thorium. M. Rutherford, étudiant à nouveau ce phénomène, montra que l'air ayant séjourné dans le voisinage de l'oxyde de thorium, et entraîné au loin, conserve pendant environ dix minutes ses propriétés conductrices. Il observa également que l'oxyde de thorium était capable de produire des phénomènes de radio-activité induite analogues à ceux provoqués par les sels de radium. Enfin il constata ce fait important que les corps chargés d'électricité négative s'activaient plus énergiquement que les autres. M. Rutherford explique ces phénomènes en admettant que l'oxyde de thorium dégage une émanation radio-active particulière, susceptible d'être entraînée par l'air et chargée d'électricité positive par les ions positifs de l'air. Cette émanation serait la cause de la radio-activité induite. M. Dorn a reproduit, avec les sels de baryum radifères, les expériences que MM. Owens et Rutherford avaient faites avec l'oxyde de thorium.

» Enfin rappelons que, dès le début de leurs recherches sur les corps radio-actifs, M. et Mme Curie ont pu obtenir, en chauffant la pechblende, un gaz qui est resté radio-actif pendant un mois (1).

» Nous avons entrepris de nouvelles recherches sur cette radio-activité induite, qui se présente sous des aspects très variés et dont la nature nous paraît loin d'être élucidée.

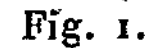
» La radio-activité était étudiée par la méthode électrique. Nous citerons les expériences suivantes :

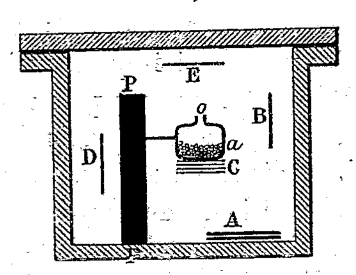
» 1° La radio-activité induite est beaucoup plus intense lorsqu'on opère en vase

---

(1) M. et Mme Curie, *Comptes rendus*, novembre 1899. — A. Debierne, *Comptes rendus*, juillet 1900. — Mme Curie, *Comptes rendus*, avril 1898. — Owens, *Phil. Mag.*, octobre 1899. — Rutherford, *Phil. Mag.*, janvier et février 1900. — Dorn, *Abh. Naturforsh. Gesell. Halle*, juin 1900. — M. et Mme Curie, *Congres de Physique*, 1900.

clos. La matière active est placée dans une petite ampoule en verre mince *a* ouverte en *o* et placée au milieu d'un vase complètement clos (*fig.* 1). Diverses plaques B, D, E, suspendues dans le vase en différentes régions, s'activent à peu près également au bout d'un jour d'exposition. La lame D, placée à l'abri du rayonnement derrière l'écran en plomb PP, est activée autant que B et E. Une plaque telle que A,


Fig. 1.



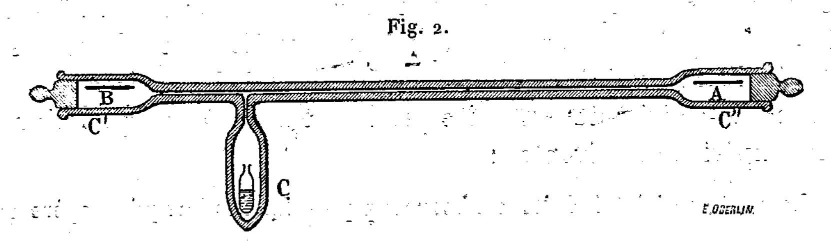
appuyée sur une paroi, est fortement activée sur la face exposée à l'air de la boîte; la face posée contre la paroi ne l'est sensiblement pas. Dans une série de plaques, au contact C, placées contre l'ampoule, c'est seulement la face extérieure de la dernière plaque exposée à l'air qui est activée fortement. Toutes les substances semblent s'activer à peu près de la même manière (plomb, cuivre, aluminium, verre, ébonite, carton, paraffine).

» Avec du chlorure de baryum radifère très actif (poids atomique du métal : 174), les plaques exposées pendant quelques jours prennent une activité 8000 fois plus forte qu'une plaque d'uranium métallique de mêmes dimensions. Exposées à l'air libre, elles perdent la plus grande partie de leur activité en un jour. L'activité disparaît beaucoup plus lentement lorsque les plaques sont laissées dans l'enceinte fermée après avoir retiré la matière active.

» Enfin, si l'on répète les expériences précédentes avec l'ampoule *a* complètement fermée, on n'obtient aucune activité induite.

» 2° La petite chambre *c* (*fig.* 2) contenant le corps actif communique avec les

Fig. 2.



chambres c' et c'' contenant les corps A et B à activer, par des tubes capillaires (diamètre intérieur, $0^{mm},1$; longueurs, 5^{cm} et 75^{cm}). Les chambres c, c', c'' étant très petites, l'activation se fait très rapidement et aussi fortement que si A et B étaient dans la même chambre que le corps actif.

» Ces phénomènes ont été constatés avec divers sels de baryum radi-

fère (chlorure, sulfate, carbonate). Les composés d'actinium produisent également la radio-activité induite. Au contraire, les sels de polonium, même très actifs, ne produisent aucune activation. Comme on sait, du reste, que le polonium n'émet pas de rayons déviables par le champ magnétique, il convient peut-être de rapprocher ces deux faits l'un de l'autre.

» On peut conclure, de ces premières expériences, que le rayonnement du radium n'intervient pas dans le phénomène de radio-activité induite. Seuls pourraient intervenir des rayons extrêmement absorbables qui agiraient sur l'air en contact immédiat avec la matière radiante.

» La radio-activité induite se transmet dans l'air de proche en proche, depuis la matière radiante jusqu'au corps à activer; elle peut même se transmettre par des tubes capillaires très étroits. Les corps s'activent progressivement, d'autant plus rapidement que l'enceinte dans laquelle ils se trouvent est plus petite, et tendent à prendre une activité induite limite comme dans un phénomène de saturation. L'activité limite est d'autant plus élevée que le produit agissant est lui-même plus actif.

» La théorie de l'émanation de M. Rutherford permet d'expliquer assez bien ces différents résultats; mais, comme on peut concevoir facilement d'autres explications satisfaisantes, il nous semble prématuré d'adopter une théorie quelconque. De nouveaux faits sont nécessaires pour élucider la question.

» Quoi qu'il en soit, ce phénomène se présente comme une des propriétés les plus importantes des corps radio-actifs. Peut-être est-il le complément nécessaire du rayonnement déviable. »

CHIMIE. — *Sur une méthode nouvelle de détermination du poids atomique de l'uranium.* Note de M. J. **Aloy**, présentée par M. Armand Gautier.

« Les méthodes fondamentales permettant d'établir les poids atomiques, synthèse en poids d'une combinaison et réduction des oxydes, ne s'appliquent pas au cas de l'uranium. Aussi la détermination du poids atomique de ce métal a-t-elle donné lieu à un très grand nombre de travaux. Les valeurs proposées par les divers auteurs varient de 256,5 à 235,3; aucune d'elles n'offre une certitude suffisante.

» J'ai repris l'étude de ce problème par une méthode nouvelle. Dans un poids de nitrate pur, qu'il n'est pas nécessaire de connaître, je dose d'une

part l'azote mesuré en volume par la méthode de Dumas, et d'autre part l'uranium à l'état de UO^2. Le poids atomique de l'uranium se trouve ainsi déterminé par rapport à celui de l'azote.

» Le volume d'azote étant considérable pour un petit poids de matière employée, son évaluation comporte une grande précision : quant au dosage de l'uranium à l'état de UO^2, il peut être considéré comme absolument rigoureux.

» Cette méthode a l'avantage d'être indépendante de l'état d'hydratation de l'azotate.

» *Préparation de l'azotate pur.* — L'azotate $(AzO^3)^2UO^2, 6H^2O$ est, de tous les sels d'uranyle, celui qui peut être obtenu à l'état de plus grande pureté. C'est en partant de ce composé que Péligot préparait les diverses combinaisons de l'uranium. J'ai pris l'azotate prétendu pur du commerce et l'ai purifié. Le produit livré par les fabricants contient des traces de sels alcalins et une petite quantité de sels ammoniacaux provenant sans doute de la transformation du minerai d'uranium en carbonate double d'uranyle et d'ammoniaque. L'azotate pur commercial est d'abord chauffé au bain de sable vers 300°, puis calciné dans un creuset de platine jusqu'au départ complet de l'acide azotique et de l'ammoniaque. L'oxyde U^3O^8 résultant de la calcination est épuisé par l'acide chlorydrique faible, qui dissout les uranates alcalins, puis transformé de nouveau en azotate. Le sel est ensuite dissous dans l'éther pur et soumis, après évaporation de la solution éthérée, à plusieurs cristallisations.

» Cette méthode, qui est une combinaison des deux procédés de purification indiqués par Péligot et Ébelmen, m'a conduit à un produit dans lequel je n'ai pu déceler aucune trace de métal étranger, ni de sel autre que l'azotate.

» *Appareil.* — L'appareil se compose de trois parties : 1° un producteur d'anhydride carbonique formé par un tube rempli de bicarbonate de soude et séparé du tube à combustion par un petit barboteur; 2° un tube à combustion en verre vert contenant des tampons de cuivre réduit, puis l'azotate et une longue colonne de cuivre réduit; 3° un appareil de Dupré, rempli d'une solution de potasse concentrée, destiné à recueillir l'azote.

» Afin d'éviter les expériences croisées, qui apportent toujours une certaine incertitude, j'ai adopté un dispositif qui permet de doser l'azote et l'uranium sur le même échantillon de sel. A cet effet, je place l'azotate dans une nacelle entourée elle-même d'un tube de platine; après la combustion, je réduis par l'hydrogène l'oxyde U^3O^8 et je pèse la nacelle et le tube. J'évite ainsi les pertes de substance qui auraient pu se produire par entraînement pendant la combustion. Il y a, pour cette opération, avantage à employer l'azotate $(AzO^3)^2UO^2, 3H^2O$ provenant de l'azotate ordinaire à six molécules d'eau qu'on déshydrate dans le vide sec.

» *Expérience.* — Après avoir fait le vide dans l'appareil et vérifié que le gaz carbonique est entièrement absorbable par la potasse, je chauffe au rouge les deux colonnes de cuivre réduit puis, avec beaucoup de précaution, la partie du tube corres-

pondant à la nacelle. Quand le volume d'azote ne varie plus sensiblement dans l'appareil de Dupré, la nacelle est portée au rouge pendant quelques minutes. La combustion terminée, l'azote est transvasé dans une éprouvette divisée en dixièmes de centimètre cube, et l'on fait la lecture et le calcul suivant les règles habituelles. Je prends comme poids du centimètre cube d'azote le nombre $0^{gr},0012511$ proposé par Ramsay et lord Rayleigh.

» Le produit de la calcination du nitrate est réduit à l'état de UO^2 par l'action d'un courant d'hydrogène au rouge, puis pesé et réduit de nouveau jusqu'à ce que le poids ne varie plus.

» *Résultats.* — Connaissant l'azote et l'uranium contenus dans un même poids d'azotate, le poids atomique de l'uranium se trouve déterminé par rapport à celui de l'azote; en prenant pour ce dernier 14,04, j'ai trouvé :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Volumes d'azote obtenus....	$15^{cc},25$	$33^{cc},5$	$38^{cc},0$	$52^{cc},5$	$81^{cc},25$	$125^{cc},0$	$151^{cc},2$	$165^{cc},0$
Poids atomique de l'uranium.	239,3	239,4	339,6	239,5	239,4	239,5	239,4	239,4

L'examen de ces nombres montre qu'ils sont répartis à peu près également autour de 239,4, quel que soit le poids de matière employé. Je propose donc de prendre 239,4 pour valeur du poids atomique de l'uranium.

» La méthode que je viens d'indiquer est d'ordre général; elle suppose simplement que l'azotate peut être préparé pur et que ses produits de destruction peuvent être amenés à un état bien défini. Je me propose d'étendre cette méthode à d'autres corps simples. »

CHIMIE. — *Étude thermique des chlorures d'aluminium ammoniacaux.* Note de M. L. **Baud**.

« Ainsi que je l'ai signalé dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 134), le chlorure d'aluminium pur et anhydre peut se combiner au gaz ammoniac suivant les proportions indiquées par les formules

$$Al^2Cl^6,\ 2AzH^3,$$
$$Al^2Cl^6,\ 10AzH^3,$$
$$Al^2Cl^6,\ 12AzH^3,$$
$$Al^2Cl^6,\ 18AzH^3.$$

» Ces composés sont stables à l'abri de l'humidité, sauf le dernier, qui se dissocie au-dessous de 0°.

» Ils sont tous décomposés par l'eau.

» Lorsqu'on les ajoute à un grand excès d'eau, le premier se dissout et donne un liquide sensiblement clair, par suite de la formation d'un oxychlorure soluble; les autres donnent un précipité d'alumine en présence de chlorhydrate d'ammoniaque et de l'excès d'ammoniac dissous.

» J'ai employé, dans ce travail, le calorimètre et le système de corrections de M. Berthelot.

» J'ai commencé par l'étude du composé duodécammoniacal, stable à la température ordinaire.

» I. $Al^2Cl^6, 12AzH^3$. — Sa chaleur de dissolution dans l'eau (48^{lit}) à $+14°$ est de .... $+12^{cal},70$

» On connaît, d'ailleurs :

1° La chaleur de dissolution de Al^2Cl^6 .... $+155^{cal},26$ [1]
2° La chaleur de dissolution de $12AzH^3$ gaz $= 12 \times 8,8$ .... $+105,60$
3° La quantité de chaleur dégagée par l'action de $12AzH^3$ dissous sur Al^2Cl^6 dissous .... $+20,07$

Cette quantité est la même que celle due à l'action de $6AzH^3$ dissous, les six dernières molécules ne produisant aucun effet thermique, comme je m'en suis assuré. Si, de la somme de ces trois nombres, nous retranchons la chaleur de dissolution $+12^{cal},70$, nous aurons la chaleur de formation :

$$155^{cal},26 + 105^{cal},60 + 20^{cal},07 - 12^{cal},70 = 268^{cal},23.$$

$$Al^2Cl^6 \text{ sol.} + 12AzH^3 \text{ gaz} = Al^2Cl^6, 12AzH^3 \text{ sol.} \quad\ldots\ldots\quad +268^{cal},23$$

Soit, en moyenne pour $1AzH^3$, $+22^{cal},35$.

» II. $Al^2Cl^6, 10AzH^3$. — Sa chaleur de dissolution dans l'eau (44^{lit}) à $+13°$ est égale à .... $+18,10$

d'où l'on déduit par un calcul analogue au précédent

$$Al^2Cl^6 \text{ sol.} + 10AzH^3 \text{ gaz} = Al^2Cl^6, 10AzH^3 \text{ sol.} \quad\ldots\ldots\quad +245,23$$

» De ces deux dernières équations on peut déduire la quantité de chaleur dégagée par la fixation de $2AzH^3$ sur le composé décammoniacal pour passer au composé duodécammoniacal

$$Al^2Cl^6, 10AzH^3 \text{ sol.} + 2AzH^3 \text{ gaz} = Al^2Cl^6, 12AzH^3 \text{ sol.} \quad\ldots\ldots\quad +23^{cal},00$$

» III. $Al^2Cl^6, 2AzH^3$. — Comme je l'ai indiqué antérieurement, le com-

---

[1] J'ai trouvé, pour la dissolution de Al^2Cl^6, $+155^{cal},26$, nombre très voisin de ceux obtenus par M. Berthelot et par M. Sabatier.

posé obtenu contient toujours un excès d'ammoniac. Il a pour composition $Al^2Cl^6 + 2,2AzH^3$. J'ai corrigé sa chaleur de dissolution en le considérant comme un mélange en proportions convenables de $Al^2Cl^6, 2AzH^3$ avec $Al^2Cl^6, 10AzH^3$.

J'ai ainsi obtenu pour la dissolution de Al^2Cl^6, $2AzH^3$ dans 28^{lit} d'eau à $+13^o$.. $+97^{cal},45$

J'ai déterminé la chaleur de réaction de $2AzH^3$ dissous sur Al^2Cl^6 dissous, soit.. $+ 6^{cal},87$

» Il faut ajouter à ce nombre la chaleur de dissolution de Al^2Cl^6 égale à $155^{cal},26$, et celle de $2AzH^3$ égale à $17^{cal},60$ et retrancher de cette somme $97^{cal},45$, ce qui donne $+ 82^{cal},28$ pour la chaleur de formation.

Al^2Cl^6 sol. $+ 2AzH^3$ gaz $= Al^2Cl^6, 2AzH^3$ sol .... $+82^{cal},28$

» On a donc pour le passage du composé diammoniacal au composé décammoniacal :

$Al^2Cl^6, 2AzH^3 + 8AzH^3 = Al^2Cl^6, 10AzH^3$ sol................ $+162^{cal},95$

» IV. Si l'on compare maintenant les résultats obtenus pour ces différents composés, on a :

1° Al^2Cl^6 sol. $+ 2AzH^3$ gaz $= Al^2Cl^6, 2AzH^3$ sol................ $+ 82^{cal},28$
soit $+ 41^{cal},14$ pour la fixation d'un seul AzH^3.

2° $Al^2Cl^6, 2AzH^3$ sol. $+ 8AzH^3$ gaz $= Al^2Cl^6, 10AzH^3$ sol........ $+162,95$
soit $+ 20^{cal},37$ pour $1 AzH^3$.

3° $Al^2Cl^6, 10AzH^3$ sol. $+ 2AzH^3$ gaz $= Al^2Cl^6, 12AzH^3$ sol....... $+ 23,00$
soit $+ 11^{cal},5$ pour $1 AzH^3$.

» La stabilité de ces corps, ainsi que la chaleur de fixation d'une molécule d'ammoniac, va en diminuant du composé le moins ammoniacal au composé le plus ammoniacal.

» Pour les deux premières molécules fixées on a $41^{cal},14$ par molécule. C'est, de beaucoup, le nombre le plus élevé qui ait été obtenu pour les chlorures ammoniacaux.

» Si l'on admet que, pour chacun de ces corps, le quotient $\frac{Q}{T}$ donne la même valeur que pour les autres chlorures ammoniacaux déjà étudiés, soit

32 en moyenne, on trouve pour chacun des corps qui précèdent :

$$\frac{41140}{32} = 1286° \text{ absolus, soit........ } +1013°\text{C}.$$

$$\frac{20370}{32} = 636°,6 \text{ absolus, soit........ } +363°,6\text{C}.$$

$$\frac{11500}{32} = 359°,4 \text{ absolus, soit........ } +86°,4\text{C}.$$

» En fait, j'ai constaté que la combinaison à $10AzH^3$ se décomposait rapidement vers 380°, sous la pression atmosphérique, et que le composé à $2AzH^3$ distillait sans décomposition vers 480°.

» Si l'on calcule la chaleur de fixation d'une molécule d'eau gazeuse, d'après le nombre trouvé par M. Sabatier pour l'hydrate $Al^2Cl^6, 12H^2O$, on trouve $+20^{cal},40$, nombre très voisin de $22^{cal},25$ qui correspond au composé ammoniacal analogue $Al^2Cl^6, 12AzH^3$.

» Cette curieuse analogie a été constatée par M. Bonnefoi (¹) pour un grand nombre de chlorures ammoniacaux et d'hydrates.

» J'ai dû réserver, pour une prochaine Communication, l'étude du composé $Al^2Cl^6, 18AzH^3$, qui présente des particularités intéressantes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau siliciure de cobalt.* Note de M. **Paul Lebeau**, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons montré antérieurement que l'action du fer sur le siliciure de cuivre fondu permettait d'obtenir les siliciures de fer définis et cristallisés SiFe et SiFe (²), et nous avons indiqué que ce procédé de préparation était susceptible de fournir également d'autres siliciures des métaux voisins du fer. Nous donnerons ici comme exemple la préparation d'un nouveau siliciure de cobalt.

» M. Vigouroux (³) a, le premier, décrit une combinaison définie de silicium et de cobalt répondant à la formule $SiCo^2$ qu'il obtenait en faisant réagir le silicium sur un excès de métal.

» Le siliciure de cobalt que nous avons obtenu a pour formule SiCo.

(¹) *Thèse de la Faculté des Sciences de Montpellier*, février 1901.

(²) P. Lebeau, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 933, et t. CXXXI, p. 583.

(³) E. Vigouroux, *Ann. de Phys. et de Chim.*, 7ᵉ série, t. XII, p. 153.

Sa préparation peut être calquée sur celle du siliciure de fer correspondant.

» *Préparation.* — On chauffe, au four électrique de M. Moissan, dans un creuset de charbon, un mélange de 400gr de siliciure de cuivre à 10 pour 100 et 40gr de cobalt en limaille ou en menus fragments. La durée de la chauffe est de 4 à 5 minutes pour un courant de 950 ampères sous 50 volts. On obtient dans ces conditions un culot fondu peu cassant qui, traité alternativement par l'acide azotique et une solution de soude, abandonne de très beaux cristaux de siliciure de cobalt.

» On peut encore effectuer cette opération au four à vent; mais il est nécessaire d'atteindre la température la plus élevée que peut donner un four bien construit pour fondre convenablement le mélange. Malgré cela, il arrive souvent que, en raison de la durée de la chauffe et des déformations ou des fissures des creusets, les gaz du foyer interviennent et transforment une partie du silicium en produits azotés [1] et oxydés. Aussi est-il beaucoup plus avantageux d'employer le four électrique; la réaction est alors très régulière et l'on atteint un rendement voisin du rendement théorique. Par exemple, 40gr de cobalt nous ont fourni 56gr de siliciure SiCo; la théorie exigerait 59gr.

» *Propriétés.* — Le siliciure de cobalt se présente en cristaux prismatiques très brillants.

» Sa densité à + 20° est égale à 6,30.

» Il ne présente pas une très grande dureté; le verre est en effet faiblement entamé.

» Chauffé dans un courant d'hydrogène, il fond vers 1300° en donnant une masse à cassure cristalline d'un bel éclat métallique.

» Le fluor réagit sur le siliciure de cobalt légèrement chauffé avec incandescence; il se dégage du fluorure de silicium et il reste du fluorure de cobalt. Le chlore ne l'attaque qu'au rouge sombre.

» Chauffé dans l'oxygène, le silicium de cobalt se transforme lentement vers 1200° très superficiellement. Le soufre est sans action à la température de fusion du verre.

» Les gaz fluorhydrique et chlorhydrique donnent au rouge les fluorure et chlorure de cobalt et de silicium, et de l'hydrogène.

» La vapeur d'eau oxyde le siliciure de cobalt à 1200° très incomplètement d'ailleurs, la mince couche d'oxyde formé produit de belles irisations à la surface des cristaux. L'hydrogène sulfuré fournit du sulfure de cobalt et du sulfure de silicium. Le gaz ammoniac réagit à haute température avec fixation d'azote. Dans les mêmes conditions, c'est-à-dire vers 1300°, l'azote altère superficiellement ce composé.

» Le siliciure de cobalt est inattaquable par l'acide azotique étendu ou concentré

---

[1] Dans ce cas, la matière se réunit mal et reste en partie pulvérulente; elle laisse, après traitement par l'acide azotique, outre du siliciure de cobalt, une notable proportion d'une poudre d'un gris verdâtre qui paraît être formée par un mélange des azotures et des oxycarbures de silicium décrits par Schützemberger et M. Colson. Nous y avons constaté la présence de l'azote et du carbone.

par l'acide sulfurique concentré; il se dissout lentement dans l'eau régale, plus rapidement dans l'acide chlorhydrique.

» Les lessives alcalines étendues sont aussi sans action, mais, si on les concentre en présence du silicium, l'attaque se produit et elle devient assez rapide avec les hydrates alcalins fondus.

» L'azotate de potassium fondu est sans action au-dessous de sa température de décomposition.

» Le carbonate de potassium fondu l'attaque lentement. Le bisulfate de potassium ne l'altère pas sensiblement au rouge.

» *Analyse.* — L'analyse du siliciure de cobalt a pu être faite très facilement en utilisant sa solubilité dans l'acide chlorhydrique :

	1.	2.	3.	4.	Calculé pour SiCo.
Silicium...	32,26	31,80	32,07	32,50	32,18
Cobalt.....	66,90	67,50	67,70	66,93	67,81

» Les analyses 1 et 4 se rapportent à un échantillon souillé d'un peu de siliciure de fer provenant du siliciure de cuivre industriel.

» En résumé, le procédé de préparation des siliciures métalliques par l'action d'un métal sur le siliciure de cuivre nous a permis d'obtenir un nouveau composé du silicium et du cobalt répondant à la formule SiCo, comparable par sa composition et ses propriétés au siliciure de fer SiFe. Ce corps est remarquable par sa résistance aux agents oxydants et il est peu attaquable par les acides, sauf l'acide chlorhydrique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les combinaisons organomagnésiennes mixtes.* Note de M. V. Grignard, présentée par M. H. Moissan.

« J'ai indiqué précédemment (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1322 et t. CXXXII, p. 336) le mode de formation et quelques-unes des réactions des combinaisons organomagnésiennes mixtes que j'ai découvertes en faisant réagir le magnésium sur les éthers halogénés en présence d'éther anhydre. Je me propose aujourd'hui de soumettre à l'Académie les raisons qui m'ont fait attribuer à ces composés les formules RMgI ou RMgBr, dans lesquelles R représente un résidu alcoolique saturé gras ou aromatique.

» Je prendrai comme exemple le méthyliodure de magnésium; la réaction se passe très exactement entre un atome de magnésium et une molécule d'iodure de méthyle, et l'on obtient une solution éthérée limpide et légè-

rement grisâtre, sans dépôt appréciable. Ce phénomène peut s'expliquer par l'une des deux réactions suivantes :

(1) $$2Mg + 2CH^3I = Mg(CH^3)^2 + MgI^2,$$

(2) $$Mg + CH^3I = CH^3MgI.$$

Laquelle de ces deux formules convient-il d'adopter? Pour élucider cette question, j'ai d'abord essayé d'isoler la combinaison formée. Lorsqu'on chasse l'éther, il reste une masse grise, mal cristallisée, extrêmement hygroscopique et de laquelle je n'ai pu, jusqu'à présent, retirer aucun produit défini.

» L'action de l'eau ne fournit non plus aucune indication; elle donne du méthane pur à raison de 1 molécule par molécule d'iodure de méthyle employée, ce qui peut s'expliquer également bien avec l'une et l'autre formule.

» A défaut d'expériences directes, je me suis appuyé sur diverses considérations tirées des circonstances de formation de ces composés et de la façon dont ils réagissent sur les aldéhydes et les cétones.

» 1° Reprenons les équations (1) et (2), entre lesquelles nous avons à choisir. S'il se formait $Mg(CH^3)^2$, celui-ci devrait s'enflammer à l'air après élimination de l'éther; en outre, il devrait se former pendant la préparation un dépôt d'iodure de magnésium, car ce sel est très peu soluble dans l'éther. Nous avons déjà vu que ni l'un ni l'autre de ces phénomènes ne se produisent.

» 2° Étudions maintenant l'action de la combinaison organomagnésienne sur une aldéhyde en envisageant successivement les deux hypothèses. Dans la première, nous aurons les équations :

$$\text{(I)}\quad \left\{\begin{array}{l} Mg(CH^3)^2 + RCHO = RCH\langle{}^{OMgCH^3}_{CH^3} \\ RCH\langle{}^{OMgCH^3}_{CH^3} + 2H^2O = RCH(OH)CH^3 + Mg(OH)^2 + CH^4, \end{array}\right.$$

et avec la deuxième hypothèse :

$$\text{(II)}\quad \left\{\begin{array}{l} CH^3MgI + RCHO = RCH\langle{}^{OMgI}_{CH^3} \\ RCH\langle{}^{OMgI}_{CH^3} + H^2O = RCH(OH)CH^3 + MgI(OH). \end{array}\right.$$

» Ainsi, dans le premier cas, la combinaison obtenue ne contient pas d'halogène et dégage du méthane par l'action de l'eau. Dans le deuxième cas, au contraire, la combinaison formée contient tout l'halogène introduit dans la réaction et ne dégage pas de gaz par l'action de l'eau.

» Or, dans toutes les circonstances que j'ai réalisées, soit avec les aldéhydes, soit avec les cétones, je n'ai jamais constaté aucun dégagement gazeux au moment de la décomposition par l'eau. De plus, j'ai isolé la combinaison du méthyliodure de magnésium avec l'acétone, qui est bien cristallisée, et son analyse m'a conduit à la formule

$$C^4H^9OMgI + (C^2H^5)^2O,$$

qui correspond à la seconde hypothèse.

» 3° Enfin, la dernière considération que j'ai fait intervenir est celle du rendement. La simple inspection des formules (I) et (II) montre que, dans le premier cas, le rendement théorique est d'une demi-molécule d'alcool secondaire ou tertiaire par molécule d'éther halogéné employée; dans le deuxième cas, le rendement théorique est d'une molécule. Or, le rendement moyen de mes opérations est de 0,6 à 0,7 molécule; il ne peut donc encore s'expliquer qu'avec la seconde formule.

» En résumé, les combinaisons organomagnésiennes présentent les propriétés suivantes :

» 1° Elles sont solides et non spontanément inflammables à l'air;

» 2° Elles se forment sans mise en liberté de bromure ou d'iodure de magnésium;

» 3° Par copulation avec les aldéhydes ou les cétones, elles donnent des composés qui renferment tout l'halogène employé et qui, par l'action de l'eau, se décomposent avec formation d'un alcool secondaire ou tertiaire sans dégagement d'aucun gaz ([1]);

» Le rendement de ces opérations par rapport à l'éther halogéné est supérieur à 50 pour 100.

» Toutes ces raisons concourent à faire adopter pour ces combinaisons la formule RMgI ou RMgBr, R étant ici, comme je l'ai déjà dit, un résidu alcoolique saturé.

» C'est ce que, en effet, lorsque R est un radical incomplet, les résul-

---

([1]) L'action de ces combinaisons sur les éthers d'acides gras monobasiques, que j'ai récemment étudiée, vient encore à l'appui de la formule proposée.

tats sont différents. Lorsqu'on emploie le bromure ou l'iodure d'allyle, la réaction se fait moins facilement et la combinaison qui prend naissance, peu soluble dans l'éther, se dépose. De plus, même en opérant à chaud, on ne dissout qu'un demi-atome de magnésium par molécule d'éther allylé introduite.

» Par refroidissement, la combinaison iodallylée cristallise en grandes aiguilles aplaties, incolores et très altérables, dont l'analyse a donné les résultats suivants :

Trouvé......................	Mg = 6,09	I = 70,63
Calculé pour C^3H^5MgI, C^3H^5I...	6,66	70,56

» Si telle était la constitution de cette combinaison, il semblerait qu'elle dût réagir facilement sur les aldéhydes ou les cétones; il n'en est rien, et les résultats obtenus ici sont généralement inférieurs à ceux fournis par l'emploi du zinc dans la méthode de Saytzeff. Cette constitution est donc vraisemblablement plus complexe; peut-être l'iodure d'allyle libre vient-il se fixer sur la double liaison de la portion combinée au magnésium.

» Je continue ces recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un isomère de l'anéthol et sur la constitution de ce dernier.* Note de MM. **Béhal** et **Tiffeneau**, présentée par M. Haller.

« Lorsque l'on fait réagir l'iodure de méthylmagnésium sur l'anisate de méthyle, on obtient à la fois le parapseudopropénylanisol et son dimère.

» La réaction qui leur donne naissance peut être représentée par l'équation suivante :

$$\begin{aligned} &CH^3 - O - C^6H^4 - CO^2C^2H^5 + 2I - Mg - CH^3 \\ &\quad = CH^3 - O - C^6H^4 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = CH^2 + MgO + MgI^2 + C^2H^5OH. \end{aligned}$$

» Le propénylanisol ainsi formé se condense et double sa molécule.

» On les sépare par entraînement au moyen de la vapeur d'eau, seul le monomère est volatil dans ces conditions. Le parapseudopropénylanisol se présente sous forme de cristaux fusibles à 32°. Il bout à 222° sous la pression ordinaire. Il possède l'odeur mixte de l'anéthol et de l'estragol. Il est à peu près insoluble dans l'eau et soluble dans l'alcool, d'où il cristallise par refroidissement.

» Le résidu non entraîné constitue un dimère. Il cristallise dans l'alcool absolu en très belles aiguilles groupées en buisson. Il est inodore et ses cristaux fondent à 58°. Il distille dans le vide sans altération. Si on le chauffe à la pression ordinaire dans un ballon à long col muni d'un thermomètre plongé dans la masse fondue on observe que la température monte jusqu'à 350°, est peu de temps stationnaire et descend peu à peu; enfin, au bout d'un certain temps, il distille lentement un liquide. Celui-ci rectifié fournit une portion très abondante passant de 215° à 230° qui, refroidie, cristallise. Les cristaux essorés fondent à 32° et bouillent à 222°.

» On comprend alors ce qui se passe : le dimère se dissout peu à peu et le monomère produit vient abaisser le point d'ébullition du mélange jusqu'à ce qu'il y en ait une quantité suffisante pour passer à la distillation.

» Ce fait est à rapprocher d'un travail de MM. Orndorff et Morton (*Am. Chim. J.*, t. XXIII, p. 181), qui ont trouvé que l'anisoïne se dédoublait par la distillation en donnant entre autres produits de l'anéthol.

» Le dimère ne fixe pas le brome par addition, ce qui indique que la condensation s'est faite par la fonction éthylénique.

» Nous avons fait réagir sur le propénylanisol l'iode et l'oxyde de mercure en présence de l'alcool, comme l'a indiqué M. Bougault (*Comptes rendus*, t. CXXX, juin 1900), et nous pensions préparer le même aldéhyde que celui qu'il a obtenu en traitant l'anéthol par le même réactif. M. Bougault a démontré, dans un Travail fort bien fait et que nous avons vérifié, que l'aldéhyde qui se forme dans ces conditions répond à la formule

$$CH^3 - O - C^6H^4 - CH \begin{matrix} \diagup CHO \\ \\ \diagdown CH^3. \end{matrix}$$

» Or, notre dérivé, étant donné sa formule, devait, par fixation d'acide hypoiodeux et par enlèvement ultérieur d'acide iodhydrique, donner facilement cet aldéhyde. Il n'en est rien; le corps obtenu diffère par ses propriétés de celui de M. Bougault.

» Sa combinaison bisulfitique, beaucoup plus lente à se former, ne peut être recristallisée dans l'eau, car elle se dissocie sous l'influence de ce liquide. L'odeur du produit obtenu à l'aide de la combinaison bisulfitique est faiblement anisée. Il bout sous la pression ordinaire vers 264°. L'odeur de l'aldéhyde obtenue avec l'anéthol est désagréable et ce corps, en employant le même thermomètre, bout à 255°. L'aldéhyde de l'anéthol donne une oxime en cristaux grenus, fusible à 93°, insoluble dans l'éther de

pétrole, assez soluble dans le benzène. L'oxime obtenue avec le propénylanisol est plus soluble dans le benzène, forme de longues aiguilles maclées en buisson et fond à 72°. L'aldéhyde de l'anéthol, traitée par la potasse alcoolique, donne un acide fusible à 57°, identique à celui que l'on obtient en oxydant ce produit par le permanganate. Le corps obtenu avec le pseudopropénylanisol ne donne pas d'acide; mais, traité par le brome en liqueur alcaline, il donne du bromoforme et de l'acide anisique. Enfin, l'aldéhyde de M. Bougault donne, avec la fuchsine décolorée par l'acide sulfureux, une coloration bleue; notre produit ne donne rien.

» Toutes ces réactions nous conduisent à le représenter par la formule

$$CH^3 - O - C^6H^4 - CH^2 - CO - CH^3, \tag{1}$$

qui cadre avec la formation d'une combinaison bisulfitique, avec la production de bromoforme et d'acide anisique, enfin avec son point d'ébullition, plus élevé que celui de son isomère aldéhydique.

» Il s'est donc produit une transformation d'une chaîne pseudopropénylique en chaîne propylique; c'est là une migration très intéressante et dont nous n'avons encore que peu d'exemples.

» Nous avons été conduit à examiner si ce n'était pas une isomérisation inverse qui avait produit, à partir de l'anéthol, l'aldéhyde de M. Bougault. Il en est bien ainsi. Le travail de M. Bougault est exact de tous points, mais la conclusion qu'il en a donnée, du reste sous réserve, que l'anéthol avait peut-être une chaîne triméthylénique, ne l'est pas : l'anéthol possède une chaîne propylénique. En effet, nous avons réalisé sa synthèse en faisant réagir l'aldéhyde anisique sur l'iodure de magnésium éthyle. Il se produit ainsi directement de l'anéthol et son polymère. La réaction ne peut que s'écrire de la façon suivante :

$$\begin{aligned} &CH^3 - O - C^6H^4 - CHO + I - Mg - CH^2 - CH^3 \\ &= HOMgI + CH^3 - O - C^6H^4 - CH = CH - CH^3. \end{aligned}$$

» Nous avons identifié le produit avec l'anéthol par son point d'ébullition, son point de fusion et celui de son dibromure.

» En conséquence, l'anéthol possède bien une chaîne propylénique.

» Nous avons de même trouvé que la vanilline traitée par l'iodure de magnésium éthyle donne de l'iso-eugénol, que nous avons caractérisé par le point de fusion de son dérivé benzoylé, qui est de 103°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les phénylhydrazones du d glucose et leur multirotation* (¹), Note de MM. **L.-J. Simon** et **H. Bénard**, présentée par M. Haller.

« Phénylhydrazone de Skraup. — La multirotation de cette hydrazone a été signalée par Jacobi (*Ann. der Chem.*, t. CCLXXII, p. 172; 1892), qui indique les résultats suivants :

» $[\alpha]_D^{20} = -15°,3$ après dix minutes;

» $[\alpha]_D^{10} = -46°,9$ après douze à quinze heures.

» D'après nos expériences, la multirotation de cette phénylhydrazone en solution aqueuse (4^{gr} dans 100^{cc}) peut s'exprimer d'une façon très satisfaisante par la formule exponentielle

» $[\alpha]_D^{20} = -52°,9 + 53,67 e^{-0,0044133t}$

où t est exprimé en minutes.

» De cette formule résulte que le pouvoir rotatoire initial instantané serait légèrement dextrogyre. En réalité, la première observation au polarimètre a donné un pouvoir rotatoire de $-6°,84$. Le pouvoir rotatoire final, atteint en vingt-quatre heures, a été trouvé de $-52°,9$, c'est-à-dire sensiblement supérieur à la limite indiquée par Jacobi. L'écart entre les deux données expérimentales initiale et finale est donc plus grand que celui de Jacobi, et constitue une garantie de la pureté du produit étudié.

» *Action de l'alcool.* — En solution dans l'alcool à 95°, nous avons trouvé ce qui suit :

» 1° La rotation reste sensiblement constante pendant les premières heures. Elle donne $[\alpha]_D^{20} = -8°$ environ, valeur voisine de celle que nous avons trouvée comme rotation initiale en solution aqueuse;

» 2° Au bout de six heures environ, la rotation s'élève lentement pour atteindre, au bout d'environ trente-six heures, une limite correspondant à $[\alpha]_D^{20} = -22°,5$, valeur très inférieure à la limite en solution aqueuse. Il est probable que cette multirotation en solution alcoolique est due à la petite quantité d'eau que renferme l'alcool; il y aurait lieu d'examiner au même point de vue, d'une part, des solutions dans l'alcool dilué et, d'autre part, dans l'alcool absolu.

(¹) Voir à la page 596, l'erratum relatif à la Note précédente de M. L.-J. Simon.

» *Action de la potasse. — Comme pour les glucoses, la potasse accélère la multirotation sans changer la limite.*

» Pour une solution de 4gr de phénylhydrazone dans 100cc on a ajouté 0gr,75 de potasse en pastilles. Le pouvoir rotatoire initial observé, cinq minutes après l'addition de potasse, a été de — 16°,21; la rotation finale a été atteinte en une heure et demie au lieu de vingt-quatre heures.

» *Action de l'acide chlorhydrique.* — Nous avons également étudié l'action de l'acide chlorhydrique à des doses variant de 0cc,00004 à 1cc pour 25cc de solution renfermant 1gr environ de phénylhydrazone. Il résulte de nos expériences que:

» 1° A doses très faibles (I et II) l'acide agit comme la potasse, mais à un degré beaucoup plus élevé, pour accélérer la multirotation sans changer sa limite;

» 2° A doses relativement élevées (IV et V), l'acide agit tout d'abord comme précédemment pour amener la rotation finale, puis il provoque le dédoublement de l'hydrazone en chlorhydrate de phénylhydrazine, ce qui tend à faire passer la rotation de gauche à droite.

» Le Tableau suivant résume nos expériences :

	Teneur en HCl pour 25cc de solution.	Molécules d'HCl pour une d'hydrazone.	[α]D initial.			[α]D limite.		
	cc		°		min.	°		h
I.....	0,00004	0,0012	— 9,76	après	29	—50,16	après	20
II....	0,001	0,006	—52,66	»	3	—48,95	»	20
III...	0,01	0,032	—50,41	»	3			
IV...	0,1	0,327	—46,90	»	2	—21,75	»	2
V....	1	3,27	—33,90	»	6	>+19,40	»	3

» Dans l'expérience V, l'observation n'a pas été poussée au delà de trois heures; le lendemain, la solution était trop foncée pour permettre une lecture au polarimètre.

» II. Phénylhydrazone de Fischer. — Fischer (*D. ch. G.*, t. XX, p. 821; 1887) a tout d'abord signalé une hydrazone fondant, non pas comme la précédente, à 115°-116°, mais à 144°. Skraup (*Monatshefte*, t. X, p. 406) n'a pas réussi à la reproduire systématiquement. Dans le but de soumettre aux mêmes essais cette seconde modification, nous avons essayé de l'obtenir à notre tour. Nous nous sommes heurtés aux difficultés déjà rencontrées par Skraup et n'avons pas été plus heureux. Dans quelques préparations seulement, des fractionnements répétés nous ont fourni cette hydrazone mélangée à une certaine quantité de son isomère.

» Un échantillon fondant vers 125° nous a conduits au résultat intéressant suivant :

» En examinant au polarimètre une solution à 4 pour 100, nous avons observé, au bout de vingt-cinq minutes, $[\alpha]_D = -66°,57$.

» A partir de ce moment, au lieu de croître comme pour l'hydrazone de Skraup, le pouvoir rotatoire *décroît* régulièrement pour atteindre, au bout de trente-six heures environ, sa limite, qui est *identique à la limite correspondant à son isomère*, c'est-à-dire voisine de $-52°$.

» De cette observation *préliminaire* il résulte tout au moins que :

» 1° L'hydrazone de Fischer possède également la multirotation;

» 2° Les rotations finales sont les mêmes pour les deux isomères;

» 3° La rotation initiale, qui pour l'hydrazone de Skraup est, en valeur absolue, inférieure à sa limite, lui est, au contraire, supérieure pour l'hydrazone de Fischer;

» 4° Le temps employé par les deux hydrazones pour prendre, en sens opposé, leur rotation limite est du même ordre de grandeur.

» Il y a là une analogie frappante avec les observations de Tanret sur la multirotation des modifications α et γ du dextrose que nous interpréterons en affectant à ces deux hydrazones multirotatoires les schémas stéréo-isomères correspondant à la formule oxydique

$$CH^2OH - CHOH - \underbrace{CH - CHOH - CHOH - CH}_{O} - AzH - AzH.C^6H^5$$

réservant la formule

$$CH^2OH - CHOH - CHOH - CHOH - CHOH - CH = Az - AzHC^6H^5$$

pour l'hydrazone dissoute, à pouvoir rotatoire invariable. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode générale de synthèse des naphtènes.* Note de MM. Paul Sabatier et J.-B. Senderens.

« Dans une récente Communication (¹), nous avons annoncé que le *nickel* réduit réalise à température peu élevée la combinaison directe de l'hydrogène et du benzène, avec formation exclusive de l'hexanaphtène ou cyclohexane C^6H^{12}. La réaction, qui commence à se produire lentement dès

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 210.

la température de 70°, s'effectue très commodément entre 170° et 200°, et elle peut être poursuivie pendant de longues heures sans altération notable du métal : l'activité de ce dernier n'était pas sensiblement affaiblie après douze heures.

» Le *cobalt* pur, absolument privé de nickel, obtenu par réduction de l'oxyde au-dessous de 350°, et refroidi dans le courant d'ydrogène, réalise pendant quelques instants, vers 150° à 180°, l'hydrogénation du benzène; mais, au bout de quelques minutes, son activité a disparu et le benzène passe inaltéré, même quand on élève la température jusqu'à 300°.

» Le *noir de platine* récemment préparé se comporte comme le cobalt.

» Le *fer* réduit par l'action prolongée de l'hydrogène sur l'oxyde, vers 350° à 400°, n'exerce aucune action appréciable : il en est de même de la *mousse de platine* et du *cuivre* réduit.

» L'activité du nickel pour provoquer régulièrement l'hydrogénation du benzène est donc une propriété spéciale à ce métal. Elle peut s'exercer d'une manière analogue vis-à-vis des hydrocarbures homologues du benzène.

» Tous ceux de ces carbures que nous avons eus à notre disposition ([1]) ont été facilement hydrogénés directement vers 170° à 200° en présence du nickel réduit, et ils ont fourni dans tous les cas l'hexahydrure correspondant. C'est donc une méthode générale et très simple pour effectuer la synthèse des *naphtènes* ou *cyclohexanes substitués*.

» Le carbure à hydrogéner est placé dans un tube vertical dont la partie inférieure se continue par un tube capillaire horizontal plus ou moins étroit, qui pénètre dans le tube à nickel parcouru par le courant d'hydrogène. En choisissant convenablement selon la viscosité du liquide, soit la hauteur de celui-ci dans le tube vertical, soit le diamètre ou la longueur du tube capillaire, on règle aisément la rapidité d'écoulement de l'hydrocarbure, qui se vaporise dès son entrée dans le tube à métal chauffé au-dessus de son point d'ébullition. Il y a aussitôt hydrogénation, et celle-ci se traduit par la diminution de vitesse de l'hydrogène qui sort de l'appareil.

» Le liquide condensé à la sortie dans un tube refroidi est constitué par du naphtène mélangé de très faibles proportions du carbure primitif. Pour obtenir le naphtène absolument pur, on peut soumettre le liquide obtenu à une nouvelle hydrogénation réalisée vers 180° selon un mode identique. Ou bien le carbure brut est traité à froid par de l'acide nitrique fumant ou par le mélange de un volume d'acide nitrique avec deux volumes d'acide sulfurique : les naphtènes demeurent sensiblement inaltérés, tandis que les carbures aromatiques primitifs sont transformés en dérivés nitrés. Après agi-

---

([1]) Ces carbures très purs nous ont été fournis par la maison Kahlbaum, de Berlin.

tation de quelques minutes, le naphtène surnageant est séparé, lavé à la potasse, séché au chlorure de calcium, puis rectifié par distillation pour enlever les dernières traces de produits nitrés dissous.

» Le toluène nous a donné de la sorte le méthylcyclohexane ou heptanaphtène $C^6H^{11}CH^3$, bouillant à 100°-101° (corr.).

» Nous avons préparé de même trois octonaphtènes C^8H^{16}, savoir :

» A partir de l'orthoxylène, l'orthodiméthylcyclohexane $C^6H^{10}(CH^3)^2_{1.2}$, qui bout à 125° (corr.).

» A partir du métaxylène, le métadiméthylcyclohexane $C^6H^{10}(CH^3)^2_{1.3}$, qui bout à 121°-123° (corr.).

» A partir de l'éthylbenzène, l'éthylcyclohexane $C^6H^{11}.C^2H^5$, qui bout à 128°-129° (corr.).

» Nous avons obtenu aussi trois mononaphtènes C^9H^{18}, savoir :

» A partir du mésitylène, le triméthylcyclohexane $C^6H^9(CH^3)^3_{1.3.5}$, bouillant à 140°-142° (corr.).

» A partir du pseudo-cumène, le triméthylcyclohexane $C^6H^9(CH^3)^3_{1.3.4}$, bouillant à 145°-146° (corr.).

» A partir du propylbenzène, le propylcyclohexane $C^6H^{11}.C^3H^7$, bouillant à 153°-154° (corr.).

» Enfin l'hydrogénation du paracymène a fourni un décanaphtène ou menthane $C^6H^{10}(CH^3)(C^3H^7)_{1.4}$ qui bout à 166°-168° (corr.).

» Ces carbures possèdent tous une odeur agréable. La plupart existent abondamment dans les pétroles du Caucase. Plusieurs avaient été préparés synthétiquement par l'action hydrogénante de l'acide iodhydrique ou de l'iodure de phosphonium à 280°, en tubes scellés. L'éthylcyclohexane ($d_0 = 0,8026$), et le propylcyclohexane ($d_0 = 0,8098$) n'avaient pas été décrits.

» A froid, ils sont sans action sur l'acide sulfurique concentré : l'acide azotique fumant, ainsi que le mélange nitrique-sulfurique, ne les attaquent que très peu ou pas du tout.

» Chauffés au-dessus de 300° en présence du nickel réduit, ils sont détruits lentement avec régénération partielle du carbure aromatique correspondant, mise en liberté de charbon et dégagement de gaz presque entièrement constitués par du méthane mêlé d'un peu d'hydrogène. Aussi faut-il, dans leur préparation, éviter de porter à 300° et au-dessus la température du nickel.

» Nous avons pu réaliser par une méthode semblable l'hydrogénation de la naphtaline. Nous nous proposons de revenir sur ce point. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chaleur spécifique et chaleur de fusion du glycol éthylénique.* Note de M. de Forcrand.

« Dans un précédent Travail ([1]), j'avais été amené à admettre pour la chaleur moléculaire de fusion du glycol le nombre $2^{Cal},66$, qui est la moyenne entre celle de l'eau, 1,43, et celle de la glycérine, 3,90.

» J'ai cherché depuis à vérifier cette donnée, ce qui est possible depuis que M. Bouchardat a montré ([2]) que le glycol se solidifie à $-11^{\circ},5$, et mes expériences m'ont conduit à faire quelques observations nouvelles sur ce composé.

» I. Je me suis servi d'un échantillon de glycol parfaitement pur, bouillant exactement à 197° (corrigé) sous la pression de 760^{mm}.

» Sa densité est 1,1297 à 0°, c'est-à-dire un peu plus grande que celle indiquée par Wurtz (1,1250). Le point de solidification et de fusion est bien à $-11^{\circ},5$. Lorsque le refroidissement est lent, il se produit de grands cristaux qui prennent la forme d'étoiles ou de plumes. Ils sont plus denses que le liquide et agissent sur la lumière polarisée.

» II. *Chaleur spécifique.* — Elle a déjà été déterminée, entre 188° et 22°, par M. Louguinine, qui a trouvé 0,6620 pour 1^{gr}.

» Mais j'avais besoin de connaître cette donnée pour des températures moyennes plus basses.

» J'ai obtenu, par le procédé de M. Berthelot, les nombres suivants :

Entre 139°	et 13°	0,6268
Entre 59°,6	et 13°	0,5848
Entre +9°	et −22°,8	0,5365

» Dans ce dernier cas, le liquide était surfondu pendant l'intervalle de température compris entre $-11^{\circ},5$ et $-22^{\circ},8$. En raison de ce fait, j'ai provisoirement écarté cette détermination et j'ai tracé la courbe et calculé les coefficients d'une formule empirique, analogue à celles publiées par Regnault, avec les trois premières expériences.

» La quantité totale de chaleur absorbée du 0 à t° par 1^{gr} de glycol est

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 123, et t. CXXX, p. 1622.

([2]) *Comptes rendus*, t. C; p. 452.

représentée par la formule suivante à deux coefficients :

$$Q = 0,54453\,t + 0,0005675\,t^2.$$

» Elle convient bien pour les trois premières déterminations (¹), et même pour la dernière, car elle donne 0,5366 pour la température de $-6°,9$ qui est la moyenne entre $+9°$ et $-22°,8$, alors que j'ai trouvé directement 0,5365. La surfusion ne modifie donc pas la loi de variation de la chaleur spécifique du glycol.

» Cette formule permet de calculer :

La chaleur spécifique à 197° point d'ébullition	......	0,7681
» à — 11°,5 point de fusion	......	0,5315

» III. *Chaleur de fusion.* — Pour cette mesure, le glycol a été enfermé dans une bouteille en verre très mince qui en contenait de 25gr à 30gr et qui pesait, vide, moins de 5gr. Elle était munie d'un bouchon et d'un thermomètre au 10e. Le tout entrait à frottement doux dans un tube à essai très mince ayant le même axe, et l'ensemble était immergé soit dans du chlorure de méthyle soit dans un mélange d'azotate d'ammoniaque et d'eau glacée. Ces bains se maintenaient longtemps à températures constantes ($-21,6$ à $-22,4$ et $-15°$ à $-16°$), grâce à l'emploi d'éprouvettes à vide de Crookes, non argentées, qui permettent en outre de suivre les phénomènes et de lire le thermomètre. On laissait la glace de glycol dans ces bassins pendant plusieurs heures, et, après lecture du thermomètre, on transportait rapidement la bouteille dans l'eau du calorimètre.

» J'ai fait ainsi trois expériences :

Température		
initiale du glycol solide.	finale.	Résultat.
°	°	
—22,40	+8,01	2,634
—21,75	+6,57	2,812
—15,05	+7,15	2,606

La moyenne des trois nombres serait 2,683, rapportée au poids moléculaire 62. La moyenne des deux extrêmes est 2,62.

(¹) On remarquera que le premier coefficient est le même que celui de la formule de Regnault pour l'alcool éthylique (0,54755). Ces deux corps ont donc très sensiblement la même chaleur spécifique de 0° à 1°.

» Pour faire le calcul de ces expériences, j'ai pris pour chaleur spécifique liquide le nombre 0,5425 donné par la formule précédente pour la température moyenne de l'essai. Quant à la chaleur spécifique solide, j'ai admis le nombre 0,2650, qui est la moitié de la chaleur spécifique liquide 0,5315 au point de fusion, généralisant la relation qui se vérifie pour l'eau et quelques autres corps. Pour la déterminer directement, il aurait fallu abaisser beaucoup plus la température initiale de la glace du glycol; mais dans ce cas on gagnerait nécessairement, pendant le transport dans le calorimètre, une quantité de chaleur notable et très incertaine. D'ailleurs, la concordance des résultats 1 et 3, expériences dans lesquelles l'intervalle de température correspondant à l'état solide était très différent (10°,9 dans un cas et 3°,55 dans l'autre), prouve que l'hypothèse faite est très près de la réalité.

» D'autre part, j'ai constaté que, dans les conditions de mes expériences, la chaleur spécifique solide pourrait être prise égale à 0,2 ou 0,3 sans modifier autre chose que la seconde décimale de la chaleur de fusion.

» Enfin la relation de Person donnerait, dans ce cas particulier,

$$\frac{2660}{62} = (0,5315 - x)\,148,5;$$

d'où

$$x = 0,243,$$

nombre assez voisin de celui que j'ai admis, 0,265.

» En résumé, on peut admettre pour chaleur spécifique probable du glycol solide 0,265 pour 1^{gr}, vers le point de fusion. Quant à la chaleur de fusion, elle est de $-2^{Cal},66$ pour 1 molécule, ainsi que je l'avais déduit des analogies.

» Sa chaleur latente de vaporisation a été déterminée par M. Louguinine et trouvée égale à $-12^{Cal},06$ pour la molécule à 197°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution du gentianose;* Note de MM. **Ém. Bourquelot** et **H. Hérissey**.

« Dans un travail publié en 1898 (1), l'un de nous avait constaté que le *gentianose*, polyglucose retiré de la racine fraîche de gentiane, est hydro-

(1) Em. Bourquelot, *Sur la physiologie du gentianose; son dédoublement par les ferments solubles* (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 6e série, t. VII, p. 369, 1898).

lysé complètement par le liquide fermentaire de l'*Aspergillus niger*, tandis qu'il ne l'est que partiellement par l'invertine de la levure. Mais la matière première faisant défaut, il avait été impossible de songer alors à étudier et à caractériser les produits sucrés obtenus dans ces hydrolyses.

» Depuis cette époque, nous avons préparé des quantités notables de gentianose et nous avons pu reprendre la question qui se trouve résolue par les recherches résumées ci-après ([1]). Celles-ci établissent : 1° que dans l'hydrolyse complète du gentianose il y a formation de 2 molécules de dextrose et de 1 molécule de lévulose; 2° que dans l'hydrolyse incomplète il y a production de 1 molécule de lévulose et de 1 molécule d'un sucre intermédiaire (hexobiose) pouvant donner lui-même par hydrolyse ultérieure 2 molécules de dextrose.

» Nous avons d'abord essayé de nouveau, sur le gentianose, l'action du liquide fermentaire de l'*Aspergillus* et celle d'une solution d'invertine. Ces essais nous ont conduits à des résultats identiques à ceux du travail rappelé plus haut, en ce sens que le gentianose a été hydrolysé complètement par le premier liquide et incomplètement par le second.

» Mais, en s'appuyant à la fois sur l'observation polarimétrique et sur l'analyse à la liqueur cupro-potassique, on a pu constater, en outre, que les produits de l'hydrolyse complète du gentianose présentent les propriétés optiques et réductrices d'un mélange de $\frac{2}{3}$ de dextrose pour $\frac{1}{3}$ de lévulose.

» Ces résultats nous ont amenés à chercher à isoler ces deux sucres dans la solution d'hydrolyse.

» La solution a été concentrée dans le vide, ce qui a fourni un résidu que l'on a traité successivement par l'alcool absolu bouillant et par l'alcool à 98° bouillant. Les solutions alcooliques, abandonnées à la température du laboratoire, n'ont pas tardé à donner des cristaux, que nous avons purifiés par une nouvelle cristallisation dans l'alcool.

» Ainsi purifiés, ils présentaient toutes les propriétés du dextrose [pouvoir rotatoire $\alpha_D = +52°,3$; point de fusion de l'osazone : 202°,5 (corr.); etc.].

» Les liqueurs mères ont été alors distillées dans le vide. Il est resté un produit sirupeux, que l'on a étendu d'eau distillée. A la solution chauffée à 30°-33°, on a ajouté de l'hydrate de chaux, après quoi l'on a agité et filtré. Dans le liquide filtré, refroidi à 0°, se sont déposés rapidement des cristaux en fines aiguilles, que des recherches ultérieures ont démontré être du lévulosate de chaux (le lévulose a lui-même été obtenu à l'état cristallisé).

([1]) Ces recherches seront exposées en détail dans le *Journ. de Pharm. et de Chim.*

» On avait ainsi établi que l'hypothèse de la formation de dextrose et de lévulose, dans l'action de l'*Aspergillus* sur le gentianose, est conforme à la réalité des faits.

» Une autre série d'essais a été instituée pour étudier l'action de l'acide sulfurique étendu chaud. Ces essais ont permis de constater que, si l'acide sulfurique à 3 pour 100 détermine une hydrolyse complète du gentianose lorsqu'on opère à 110° (autoclave), l'acide beaucoup plus étendu (2 pour 1000) et simplement bouillant n'agit pas autrement que l'invertine de la levure. Quand, avec ce second acide, le pouvoir rotatoire et le pouvoir réducteur des produits obtenus atteignent une certaine valeur, l'action s'arrête, comme si, dans cette action, il se produisait un glucose d'une part (glucose qui n'est, comme nous nous en sommes assurés, autre que du lévulose) et, d'autre part, un polyglucose inattaquable par l'invertine ou par l'acide très étendu, même bouillant.

» Aussi de nouveaux essais ont-ils été effectués dans le but de séparer et d'étudier le polyglucose en question, dont l'existence était encore révélée par l'insolubilité, dans l'alcool fort, d'une grande partie du produit de l'hydrolyse incomplète. Ces essais ont été faits sur les produits provenant d'hydrolyse par l'acide sulfurique à 2 pour 1000 bouillant.

» Ces produits ont été débarrassés du lévulose par plusieurs traitements à l'alcool à 95°. On a obtenu ainsi un composé que nous n'avons pu faire cristalliser jusqu'ici, mais qui n'en est pas moins une espèce chimique, un sucre nouveau analogue au maltose.

» En effet : 1° Ce sucre donne une osazone assez soluble à chaud et se précipitant par refroidissement à l'état cristallisé. Cette osazone fond à 142°;

» 2° Ce sucre, traité soit à froid par le liquide d'*Aspergillus*, soit à 110° par l'acide sulfurique à 3 pour 100, se dédouble exactement en deux molécules de dextrose, comme on a pu s'en assurer en comparant la rotation et les propriétés réductrices du liquide hydrolysé.

» Ce sucre est dextrogyre, mais son pouvoir rotatoire est très faible, comparé au pouvoir rotatoire de son isomère le plus analogue, le maltose. Il a été trouvé égal à $+ 7°,7$ pour α_D.

» Ce sucre est réducteur; mais à cet égard il en faut $0^{gr},083$ pour équivaloir à $0^{gr},05$ de sucre interverti.

» Ce nouveau sucre étant un hexobiose, nous proposons de l'appeler *gentio-hexobiose*, ou, par abréviation, *gentiobiose*.

» En résumé : 1° Le gentianose est un hexotriose auquel on doit attribuer la formule $C^{18}H^{32}O^{16}$. Cette formule comporte un poids moléculaire de 504, et nous avons trouvé, par la méthode de Raoult, 494,3, chiffre aussi voisin que possible du précédent.

» 2° Traité par l'invertine ou par l'acide sulfurique très étendu bouillant (2 pour 1000), le gentianose se dédouble en gentiobiose et en lévulose :

$$C^{18}H^{32}O^{16} + H^2O = \underbrace{C^{12}H^{22}O^{11}}_{\text{Gentiobiose.}} + \underbrace{C^6H^{12}O^6}_{\text{Lévulose.}};$$

» 3° Traité par le liquide fermentaire de l'*Aspergillus*, ou par l'acide sulfurique à 3 pour 100, à 110°, le gentianose donne du dextrose et du lévulose :

$$C^{18}H^{32}O^{16} + 2H^2O = \underbrace{2(C^6H^{12}O^6)}_{\text{Dextrose.}} + \underbrace{C^6H^{12}O^6}_{\text{Lévulose.}}.$$

» Si l'on réfléchit que le liquide d'*Aspergillus* renferme de l'invertine, on ne peut interpréter cette dernière réaction (et nous avons observé au polarimètre des variations dans la marche de l'hydrolyse des divers essais effectués qui viennent à l'appui de cette interprétation) qu'en admettant la présence à côté de l'invertine, dans le liquide d'*Aspergillus*, d'un ferment hydrolysant du gentiobiose. C'est là un exemple très net de l'existence de deux ferments hydratants, concourant simultanément au dédoublement d'une même espèce chimique.

» Ce n'est pas tout. Supposons que le second ferment existe seul : dans ces conditions, il est vraisemblable que le gentianose se dédoublera en 1 molécule de dextrose et 1 molécule de saccharose. On s'expliquerait ainsi que la racine fraîche de gentiane renferme ce dernier sucre à côté du gentianose, comme nous l'avons établi dans un travail antérieurement publié. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Traitement par l'oxygène, à la pression atmosphérique, de l'homme empoisonné par l'oxyde de carbone.* Note de M. **N. Gréhant**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les recherches des Professeurs Haldane et Mosso, qui ont reconnu que les animaux placés dans l'oxygène comprimé résistent à de très fortes pro-

portions d'oxyde de carbone, m'ont donné l'idée de faire plusieurs expériences comparatives dont les résultats me paraissent de la plus haute importance au point de vue de la lutte contre l'empoisonnement par l'oxyde de carbone dont la fréquence ne diminue pas.

» Mes recherches portent sur deux points :

» 1° Sur la différence d'action de mélanges d'air et d'oxygène renfermant 1 pour 100 d'oxyde de carbone;

» 2° Sur les différences dans la durée de l'élimination ou de la disparition de l'oxyde de carbone dans le sang d'un animal empoisonné, selon que l'on fait respirer à cet animal de l'air pur ou de l'oxygène après l'empoisonnement.

» Lorsqu'on fait respirer à un chien de l'air renfermant 1 pour 100 d'oxyde de carbone, l'animal meurt en vingt minutes, par arrêt des mouvements respiratoires et des mouvements du cœur; au bout de quinze minutes, l'animal est déjà fort malade et le sang renferme beaucoup d'oxyde de carbone combiné avec l'hémoglobine.

» J'ai reconnu qu'un chien peut respirer un mélange d'oxygène et d'oxyde de carbone à 1 pour 100 pendant quarante-cinq minutes et même pendant deux heures quinze minutes sans que l'animal succombe.

» Dans une seconde série d'expériences, j'ai produit chaque fois chez les animaux (chiens) un empoisonnement partiel par un mélange d'air et d'oxyde de carbone à 1 pour 100 pendant treize à quinze minutes et j'ai fait alors une première prise de 20^{cc} de sang qui a été injecté dans mon appareil à extraction des gaz du sang : on a recueilli les gaz dans une première cloche, le sang étant chauffé à 40° sans acide, puis dans une seconde cloche, le sang étant porté à 100° après addition de 20^{cc} d'acide phosphorique hydraté qui déplace complètement l'oxyde de carbone.

» Voici les Tableaux des résultats obtenus, les gaz étant ramenés secs à 0° et à la pression de 760^{mm}.

Respiration de l'air pur.

100^{cc} de sang renfermaient :

CO^2.	O.	CO.	
30,3	2,9	18,1	au bout de quinze minutes d'empoisonnement
36,8	10,5	10,5	au bout d'une heure de respiration d'air pur
37,5	15,5	5,4	au bout de deux heures
42,4	16,6	4,5	au bout de trois heures

Respiration d'oxygène à 90,3 *pour* 100.

100^{cc} de sang renfermaient :

CO^2.	O.	CO.	
15,6	2,2	16,2	au bout de treize minutes d'empoisonnement
29	14	5,2	après quinze minutes de respiration d'oxygène
33,3	12	3,4	après trente minutes
40,6	18,8	1,1	après une heure

» On voit immédiatement, par la comparaison des deux Tableaux, que si l'on fait respirer à un animal empoisonné et menacé de mort de l'oxygène à 90 pour 100, au bout d'une heure, 100^{cc} de sang artériel contenaient 18,8 d'oxygène et seulement 1,1 d'oxyde de carbone, tandis que si l'on fait respirer de l'air pur après un empoisonnement semblable, au bout de trois heures, en un temps triple, 100^{cc} de sang artériel contenaient 16,6 d'oxygène et encore 4,5 d'oxyde de carbone, quatre fois plus qu'après une heure de respiration d'oxygène. *L'élimination et la disparition du poison sont donc considérablement accélérées par l'emploi de l'oxygène, qui s'impose dans le traitement de l'intoxication oxycarbonée.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Analogies entre les actions diastasiques du platine colloïdal et celles des diastases organiques.* Note de M. G. **Bredig**, présentée par M. Duclaux.

« La mousse de platine et les solutions colloïdales de platine présentent beaucoup d'analogies, au point de vue des propriétés oxydantes, avec cette classe de diastases et de ferments qui produisent des oxydations; c'est ainsi, par exemple, que le platine colloïdal accélère l'oxydation du pyrogallol comme le fait la laccase de G. Bertrand; de même la décoloration de l'indigo par l'eau oxygénée est accélérée aussi bien par le sang et certaines diastases que par le platine colloïdal et la mousse de platine (Schönbein).

» Une analogie très nette entre les diastases organiques et le platine colloïdal apparaît dans l'action des acides et des alcalis. L'addition d'acides et de sels diminue l'activité du platine colloïdal, de même qu'elle diminue l'action catalytique des diastases sur l'eau oxygénée (Jacobson). L'addition de *faibles* quantités d'un alcali augmente l'activité du platine colloïdal; des quantités plus grandes le diminuent; il existe un optimum, et le même optimum existe pour l'action des alcalis sur les diastases.

» Enfin une dernière analogie très frappante est l'action des poisons sur le platine colloïdal. Les poisons des diastases et du sang sont aussi des poisons pour le platine colloïdal; ces substances (par exemple acide cyanhydrique, cyanure d'iode, H^2S, CO, AsH^3, le nitrite d'amyle, l'hydroxylamine, etc.) arrêtent l'action du platine colloïdal lorsqu'elles sont ajoutées déjà en quantité très faible. C'est ainsi que l'acide cyanhydrique en solution $\frac{1}{40000000}$ normale (contenant 1 gramme-molécule dans 40000000 de litres) ralentit nettement l'action catalytique du platine colloïdal sur l'eau oxygénée. Mais lorsqu'on fait disparaître l'acide cyanhydrique l'action

catalytique réapparaît; et l'on sait que la même propriété s'applique aux ferments organiques et au sang.

» De même encore l'oxyde de carbone diminue l'activité du platine colloïdal, mais ce dernier reprend son activité après élimination de CO.

» Schönbein et Schaer avaient montré que l'ordre dans lequel on ajoute l'acide cyanhydrique et l'eau oxygénée au sang a une importance pour la force de l'inhibition de l'acide; j'ai trouvé avec M. Ikeda le même fait pour le platine colloïdal : l'acide cyanhydrique diminue l'activité du platine colloïdal beaucoup plus lorsqu'il est ajouté avant l'eau oxygénée que s'il est ajouté après; le même fait a lieu aussi pour CO.

» L'iode est aussi (d'après les expériences de M. Ikeda) un poison intense pour le platine colloïdal. Une solution contenant 1 gramme-molécule d'iode dans 10 millions de litres et une solution contenant 1 gramme-molécule de cyanure d'iode dans 40 millions de litres ralentissent l'action catalytique du platine.

» Le chlorure de mercure agit nettement en solution de 1 gramme-molécule dans 1 million de litres, le cyanure de mercure est aussi un poison, mais beaucoup moins intense, résultats analogues à ceux obtenus par Paul et Krönig ([1]) sur l'action toxique des sels de mercure sur les spores.

» Voici les substances dont l'action a été étudiée, et les dilutions pour lesquelles l'action inhibitrice est encore nette, les nombres représentent le nombre de litres contenant 1 gramme-molécule : acide cyanhydrique, 40000000; cyanure d'iode, 40000000; iode, 10000000; brome, 30000; acide sulfhydrique, 10000000; sulfure de carbone, action nette; thiosulfate de soude, 5000; oxyde de carbone, plus de 1000; phosphore, 20000; phosphure d'hydrogène, 4000; arsenic hydrogéné, action très forte; acide arsénieux, action faible; nitrite d'amyle, action forte; acide azoteux, action assez nette; chlorhydrate d'hydroxylamine, 25000; hydrazine, douteux; aniline, action assez forte; nitrobenzol, action faible; sublimé, 1000000; cyanure de mercure, 200; pyrogallol, 1000; chlorate de potasse, action nulle à la concentration de 1000 litres.

» M. le professeur Ed. Schaer (Strasbourg), en étudiant l'influence de ces différents poisons sur l'action catalytique du sang dans la décomposition de l'eau oxygénée, a trouvé des résultats très voisins des précédents.

([1]) *Zeitschrift f. physikalische Chemie*, t. XXI, p. 414; 1896.

» En résumé, sans vouloir affirmer l'identité des métaux colloïdaux avec les diastases, je pense que ces solutions colloïdales peuvent être considérées comme des *modèles* de diastases inorganiques : 1° à cause de leur action catalytique intense; 2° à cause de leur état colloïdal hétérogène, présentant une surface très grande pouvant donner lieu à des transformations irréversibles; 3° à cause de leur faculté de fixer certains corps ou bien en formant des combinaisons chimiques complexes, ou bien par absorption. »

MÉDECINE. — *Propriétés coagulantes du mucus : origines et conséquences.* Note de MM. Charrin et Moussu, présentée par M. d'Arsonval.

« Nous avons établi qu'injecté dans les vaisseaux, après dilution et filtration, le mucus des voies respiratoires des grands animaux provoque une mort immédiate, en déterminant une prompte coagulation du sang.

» Malgré des essais variés, nous n'avons pas, jusqu'à ce jour, réussi à augmenter notablement la résistance de l'animal à cette action aussi rapide qu'intense. Toutefois, ces essais nous ont amenés à découvrir que l'introduction de doses minimes, progressives, comparables à celles que l'on fait pénétrer quand on immunise contre des bactéries, peut être suivie, sans occasionner de désordres bien apparents, de la formation de caillots plus ou moins volumineux, que l'on décèle plus tard, de préférence dans le cœur droit au moment de l'autopsie. Or, on conçoit aisément la portée de ces constatations, qui révèlent une cause jusque-là méconnue de thromboses ou d'embolies.

» L'importance de cette cause tient, du reste, en partie, à la diffusion du mucus dans l'économie, comme aussi à la multiplicité de ses origines.

» Dans les conduits aériens, la genèse de ces principes coagulants peut être attribuée soit aux bactéries toujours présentes sur ces surfaces de revêtement, soit, conformément à ce que pense Cesaris-Demel en s'appuyant sur des travaux de Foa, à l'épithélium de la muqueuse.

» Il existe, en effet, dans certaines cultures le plus ordinairement assez anciennes, en particulier dans celles du bacille pyocyanique, des produits visqueux qui en réalité contiennent de la mucine [1].

---

[1] Cette mucine, mise en évidence dans ces cultures par Charrin et Desgrez (*Soc. biol.*, 1889), paraît être, en partie tout au moins, l'élément qui intervient activement

» Or si l'on injecte, dans les veines d'un lapin pesant environ 2^{kg}, ces produits visqueux filtrés, en dilution aqueuse, salée ou très faiblement alcalinisée, on voit apparaître divers accidents (léger tremblement, abattement plus ou moins prononcé, oscillations thermiques, dyspnée assez intense, etc.) proportionnels aux quantités introduites; mais, en dehors des cas où l'on fait pénétrer des volumes considérables ou des toxines spécialement actives mélangées à ce mucus, le plus souvent la mort ne survient pas immédiatement. Quoi qu'il en soit, que l'animal succombe ou qu'on le sacrifie, à l'autopsie pratiquée sans retard on décèle, principalement dans les cavités du cœur droit encore contractile, de petits caillots, et le sang, surtout dans le tronc porte, se coagule plus rapidement qu'à l'état normal.

» Au point de vue de la formation hâtive de ces caillots et de la promptitude de cette coagulation, on observe des résultats analogues quand on pousse, dans les vaisseaux, quelques centimètres cubes d'eau renfermant en solution, d'une part, du chlorure de sodium (7 pour 1000) ou du carbonate de soude (toujours 1^{gr} par litre), d'autre part, le produit obtenu en raclant (après expulsion par lavage du contenu) la surface interne de l'intestin d'un enfant mort en naissant, avant d'avoir respiré ou plus encore pris du lait, autrement dit d'un intestin privé de germes.

» Il est cependant juste de remarquer que, dans ce produit aussi bien que dans les cultures, les principes modificateurs de cette coagulation sanguine semblent exister en proportions infiniment moindres que dans la vessie et par-dessus tout dans les voies respiratoires des grands animaux : au lieu de quelques centigrammes, il est nécessaire d'injecter des grammes (5 à 7). A vrai dire, pour comparer très exactement ces proportions, il faudrait pouvoir agir exclusivement à l'aide de ces substances coagulantes à l'état de pureté. — En tout cas, faute de quantité ou par suite de variations qualitatives, ces substances, retirées de cet intestin de mort-né ou issues de la vie des microbes, paraissent également plus sensibles à l'action de la chaleur que les composés de même ordre recueillis dans la trachée ou les bronches d'un cheval.

---

dans cette coagulation due au mucus, attendu que cet élément, par bien des caractères, se rapproche de cette mucine : précipitation par l'acide acétique, redissolution par la soude, résistance relative (après dilution) à 100°, présence du soufre, etc. — Peut-être aussi convient-il de songer à une nucléo-albumine associée, bien qu'en général le phosphore soit assez rare.

» Ces remarques n'atténuent pas la netteté des phénomènes enregistrés; aussi en présence de ces phénomènes on est légitimement autorisé à conclure que les principes coagulants que nous avons découverts dans le mucus peuvent dériver soit des cellules de l'organisme, soit des cellules bactériennes. C'est là, d'ailleurs, une donnée qui s'ajoute, à titre de probabilité, aux arguments que nous avons développés pour établir l'intervention de la mucine elle-même dans la genèse de ces modifications dyscrasiques, attendu que cette mucine relève de cette double origine organique ou microbienne.

» Ajoutons, en terminant, que ces modifications sanguines font partie des désordres morbides que l'injection des vieilles cultures pyocyaniques fait apparaître au bout de quelques instants, tandis que d'autres troubles, tels que les hémorragies, l'entérite, etc., provoqués par des mécanismes directs ou indirects, ne s'observent que plus tard, dix ou vingt heures après cette injection; il faut que l'animal survive pendant un temps suffisant. Or, dans les bouillons, dans les milieux de développement de ce bacille pyocyanique, les substances, capables de déterminer ces hémorragies, ces lésions intestinales, sont sécrétées dès le début; par contre, les composés muqueux ne sont fabriqués que longtemps après, détail à rapprocher de l'apparition en général tardive, au cours des maladies, des caillots, des thromboses de la période cachectique. — Cette dissociation, cette succession tant dans la production des accidents que dans celle des éléments solubles bactériens, apportent, après plusieurs autres, des arguments manifestes en faveur de l'opinion (¹) que l'un de nous, avec faits à l'appui, a formulée il y a douze ans, à savoir qu'en dehors d'une toxine principale, caractéristique, parfois spécifique, un microbe pathogène donne naissance à différents poisons morbifiques secondaires. »

(¹) Avec le professeur Bouchard, dès 1889, j'ai soutenu cette notion, aujourd'hui admise, de la multiplicité de ces secrétions microbiennes, les unes agissant sur la circulation, les autres sur le névraxe, le tube digestif ou la respiration, etc. La toxine spéciale mise à part, la prédominance de l'un de ces poisons secondaires peut expliquer certaines localisations ou encore le type morbide observé, type cardiaque, cérébro-médullaire, abdominal, thoracique, etc., de l'infection.

HISTOLOGIE. — *Sur une réaction histochimique différentielle des leucocytes et sur la production expérimentale et la nature des granulations chromatophiles de ces cellules.* Note de M. **Henri Stassano**, présentée par M. Joannes Chatin.

« Sur un grand nombre de préparations de leucocytes, soit du sang, soit de l'exsudat péritonéal (cobaye, rat, pigeon, canard, grenouille), j'ai remarqué, en employant le mélange de Romanowsky, que ce qui différencie les leucocytes dits *polynucléaires* de ceux qualifiés de *mononucléaires,* c'est moins l'aspect de leur noyau que la manière dont leur protoplasma se comporte avec ce réactif. Le protoplasma des premiers, en effet, demeure incolore, tandis que le protoplasma des seconds se teint toujours en bleu gris.

» Quelques polynucléaires retiennent dans leurs granulations, plus ou moins apparentes, l'éosine du mélange Romanowsky, et d'autres, encore moins nombreux, fixent les deux couleurs à la fois, donnant au protoplasma des nuances qui vont du rouge brique au violet rougeâtre. Ce mélange, on le sait, colore différemment les mêmes éléments cellulaires, et prend aussi, *in vitro,* des colorations différentes, selon la réaction chimique du milieu. Dans aucun cas, cependant, ces granulations ne confèrent au protoplasma des polynucléaires la même coloration qu'à celui des mononucléaires, ni cette contexture, en filigrane, que ces derniers prennent en s'étalant, et qui les fait ressembler à des rhizopodes.

» Cette différence d'affinité des protoplasmas des deux groupes de leucocytes relève, vraisemblablement, de leurs différentes propriétés chimiques, auxquelles se rattachent les fonctions qui distinguent les mononucléaires des polynucléaires. Des observations de sang humain me permettent d'étendre ces remarques aux leucocytes de notre espèce.

» Neusser a vu augmenter les leucocytes à granulations éosinophiles dans le sang circulant après l'injection de produits tels que pilocarpine, tuberculine, sels de fer. J'ai repris ces expériences en me limitant à la cavité péritonéale, où il est facile de provoquer une intense leucocytose en injectant quelques centimètres cubes de solution physiologique ou de bouillon, et d'où il est non moins facile de retirer des échantillons de l'exsudat, riche en leucocytes, qui s'y produit.

» En injectant dans le péritoine d'un cobaye du sang de pigeon, j'ai constaté que,

dans beaucoup de leucocytes polynécluaires, le protoplasma se charge progressivement de granulations éosinophiles. Le nombre de ces leucocytes granuleux semble augmenter à mesure que se prolonge le séjour du sang de pigeon dans l'abdomen. En même temps, les hématies injectées deviennent plus fragiles; leur protoplasma se colore moins énergiquement par le mélange Romanowsky; dans certaines hématies, on remarque même des espaces raréfiés leur donnant l'aspect d'hématies parasitées.

» La production des granulations éosinophiles dans les leucocytes du cobaye coïncidant avec toutes ces différentes modifications des hématies introduites dans le péritoine de cet animal, modifications qui trahissent vraisemblablement la sortie partielle, sinon totale, de l'hémoglobine chez les globules rouges du pigeon, j'ai été amené à rechercher s'il n'y avait pas un lien de cause à effet entre ces modifications et la production des éosinophiles.

» J'ai injecté simplement, à cet effet, du sang laqué de pigeon dans l'abdomen du cobaye. Une à deux heures après l'injection, les leucocytes éosinophiles y dépassent déjà la proportion de deux à quatre pour cent : on sait que, dans la cavité péritonéale, les polynucléaires chromatophiles sont habituellement au-dessous de cette proportion, et que dans le sang circulant ils sont encore plus rares à l'état normal. A partir de ce moment, ces leucocytes granuleux augmentent de nombre jusqu'à atteindre parfois, le lendemain, la moitié du nombre total des polynucléaires de l'exsudat péritonéal. L'affinité de l'éosine pour l'hémoglobine est bien connue des histologistes; aussi peut-on rattacher le résultat de cette expérience, plusieurs fois répétée, à la présence de l'hémoglobine dans les leucocytes, dont une des principales fonctions est précisément de débarrasser l'organisme des déchets, des produits nuisibles, etc.

» J'ai injecté, ensuite, une solution étendue d'acide citrique au lieu de l'hémoglobine, pour voir si la pénétration de cet acide à l'intérieur des leucocytes n'y provoquerait pas aussi, en modifiant la réaction du protoplasme, l'apparition de granulations chromatophiles : après une telle injection, le protoplasme de beaucoup de polynucléaires présente effectivement de fines granulations roses tirant au violet.

» J'ai trouvé que l'injection de venin de serpent, qui possède une réaction neutre, donne lieu, comme l'injection d'hémoglobine, à la formation de granulations franchement éosinophiles.

» En provoquant l'afflux de leucocytes par l'injection de solutions de nucléines, dont l'affinité caractéristique est pour les couleurs à fonction basique, j'ai constaté, environ vingt heures après, la présence de quelques polynucléaires à protoplasma légèrement violet remplaçant les éosinophiles des exsudats péritonéaux ordinaires. Par l'injection d'une nouvelle dose de nucléines, ces leucocytes ont augmenté sensiblement de nombre dans l'espace de six à sept heures, présentant, pour quelques-uns au moins, des granulations basophiles très intenses.

» L'origine, demeurée jusqu'à présent obscure, des granulations chromatophiles des leucocytes s'éclaircit, ce me semble, par les résultats expérimentaux que je viens de résumer. Selon l'interprétation qui découle naturellement de ces expériences, les sept types de granulations établis par

Erhlich résultent de différences soit d'affinités, soit de réactions chimiques, provoquées dans les leucocytes par les substances si diverses que ces derniers peuvent fixer et charrier en circulant à travers les tissus.

» L'émiettement, en très fines granulations, que j'ai observé pour le noyau des hématies de la grenouille ([1]), à l'arrivée dans la circulation du saccharate de fer, me porte à penser que les granulations chromatophiles tirent, elles aussi, leur origine de l'appareil nucléaire. Ces granulations, du reste, résistant à la digestion physique (Weiss), se comportent comme de véritables granulations de nucléines. De plus, on sait que les noyaux des leucocytes qui en sont chargés se colorent moins vivement que ceux des leucocytes qui en sont dépourvus. La même chose se passe chez les hématies nucléées, lorsque la chromatine de leurs noyaux diffuse dans le protoplasma pour se combiner au sel de fer injecté.

» L'éosinophilie que les noyaux des hématies affectent quand ils ont retenu du saccharate de fer ou du bichlorure de mercure, fait que j'ai pu reproduire *in vitro,* avec les nucléines retirées d'organes d'animaux mercurialisés, doit être signalée aussi à l'appui de la nature nucléinienne de ces granulations chromatophiles. »

ZOOLOGIE. — *Observations nouvelles sur l'organisation des Pleurotomaires.* Note de MM. E.-L. **Bouvier** et H. **Fischer**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Les Gastéropodes du genre Pleurotomaire se rangent parmi les représentants des plus anciennes faunes du monde et, à ce titre, présentent un intérêt des plus vifs pour les zoologistes. Leur animal resta complètement inconnu jusqu'au jour où M. Alexandre Agassiz en captura plusieurs exemplaires dans la mer Caraïbe. Ces exemplaires appartenaient à deux espèces, le *Pl. Quoyana* F. et B. et le *Pl. Adansoniana* Cr. et F., sur lesquelles M. Dall nous a donné quelques renseignements, d'ailleurs fort brefs et très incomplets. Plus récemment, une autre espèce, le *Pl. Beyrichi* Hilg., a été trouvée dans les mers du Japon, où elle ne paraît pas être fort rare.

» M. Agassiz ayant eu l'obligeance de nous communiquer un exemplaire de *Pl. Quoyana,* nous avons pu étudier, il y a deux ans, le système nerveux et la radule de ces curieux Gastéropodes, non sans regretter que le mau-

([1]) *Comptes rendus,* 23 juillet 1900.

vais état de l'exemplaire ne nous permît pas d'étendre notre investigation aux autres systèmes d'organes. Grâce à la générosité de M. Dautzenberg, nous sommes aujourd'hui en état de combler cette regrettable lacune; aussi libéral que dévoué pour la Science, le savant malacologiste nous a remis un animal assez complet de *Pl. Beyrichi* sur lequel nous avons pu faire les observations suivantes.

» Le *Pl. Beyrichi* est dépourvu d'épipodium; son mufle n'a qu'une médiocre longueur et ses yeux se présentent sous la forme d'une cupule ouverte au dehors. Son opercule est très réduit.

» Sa chambre brianchiale est relativement étroite et fort allongée; complètement dépourvu de la fissure palléale que M. Dall a signalée dans les deux espèces caraïbes, le plafond de cette chambre est simplement muni, sur son bord antérieur, d'un large sinus arrondi où rien n'indique les traces d'une fissure dont les bords se seraient soudés.

» Les branchies sont symétriquement situées dans la chambre, à une faible distance du dos; comme dans les autres Diotocardes, elles sont à deux rangées de lamelles, fixées au manteau par un raphé qui correspond à leur partie la plus étroite, et munies d'une pointe libre qui s'aperçoit en avant dans le sinus palléal. La branchie droite est un peu moins large et moins longue que la branchie gauche, commencement d'une atrophie qui conduira aux Diotocardes monobranches. D'ailleurs, ces deux organes sont peu développés et ne s'étendent guère que dans la moitié antérieure de la chambre palléale. La veine afférente suit le milieu de leur bord libre; elle y pénètre en arrière, logée dans une sorte de repli qui se détache du plafond palléal, au-dessous duquel il se présente sous la forme d'une courte cloison dirigée en avant. Chez les autres Diotocardes, les branchies s'étendent jusqu'au fond de la chambre palléale, mais la veine a conservé la position qu'elle occupe chez les Pleurotomaires et atteint les organes respiratoires bien avant leur terminaison. Ainsi l'appareil branchial des Diotocardes s'accroît en arrière des veines afférentes, dont la position reste constante et indique le point où se trouvaient les dernières lamelles dans les formes primitives du groupe; à mesure que s'effectue cette croissance, le bord postérieur du repli palléal signalé plus haut se trouve entraîné en arrière avec le bout postérieur de la branchie, et de la sorte s'explique la cloison bizarre, jusqu'ici incompréhensible, qui divise en deux étages la chambre palléale des autres Diotocardes.

» Le faible développement des branchies des Pleurotomaires et leur localisation dans la moitié antérieure de la chambre semblent justifier

complètement l'hypothèse de Bütschli, d'après laquelle on considère l'organe respiratoire des Diotocardes primitifs comme formé par le déplacement en avant de deux branchies qui se trouvaient en arrière, à droite et gauche du rectum, chez les ancêtres chitoniformes du groupe. Ce déplacement une fois effectué, la cavité palléale s'est approfondie et, comme on l'a vu plus haut, les branchies s'y sont *ultérieurement* allongées. Chez les Pleurotomaires, cet allongement ne s'est pas encore produit, de sorte que ces organes sont remarquablement peu développés. Ils seraient manifestement insuffisants pour les besoins respiratoires sans une disposition anatomique sur laquelle nous allons insister.

» Entre les deux branchies, mais surtout en avant de l'anus (qui se trouve situé un peu en dedans et en avant du bout postérieur de la branchie droite), le plafond palléal est très richement vascularisé et ressemble absolument à un poumon d'*Helix*. L'axe de cette aire est occupé par un gros vaisseau qui, en avant, reçoit le sang veineux de la cavité antérieure du corps par les grosses veines palléales logées dans le bord du manteau. Des branches nombreuses partent de ce vaisseau axial et, après de nombreuses anastomoses, vont déboucher à droite et à gauche dans le grand sinus branchial efférent qui occupe le raphé d'attache de la branchie correspondante. Ce sinus reçoit en outre, par de nombreux pertuis, le sang hématosé qui s'accumule dans un autre sinus situé au sommet du raphé, entre les deux baguettes anhistes qui soutiennent les branchies à leur base. En arrière de celles-ci, le sinus efférent devient un vrai vaisseau qui se continue jusqu'à l'oreillette en suivant le bord du rein correspondant (¹).

» Ainsi, le sang hématosé qui retourne au cœur provient en partie des branchies, en partie du réseau palléal; ces deux sortes d'organes nous paraissent avoir, dans la respiration, un rôle sensiblement égal. Chez les Prosobranches aquatiques, le premier acquerra nettement la prédominance et le second deviendra la glande muqueuse; chez les Prosobranches terrestres, au contraire, l'appareil branchial disparaîtra totalement et le réseau palléal jouera le rôle de poumon, en conservant d'ailleurs les faibles propriétés muqueuses qu'il présente chez les Pleurotomaires. »

(¹) Les reins occupent, en arrière, le plafond de la chambre palléale et leurs orifices sont situés fort loin en arrière de l'anus. Le rein gauche paraît plus volumineux que le droit et a une structure tout autre; il côtoie, comme lui, le rectum, mais s'étend moins loin en avant.

EMBRYOLOGIE. — *Sur les diverses cellules de l'ovaire qui interviennent dans la formation de l'œuf des Insectes.* Note de M. A. Lécaillon, présentée par M. Alfred Giard.

« Les ébauches ovariennes, chez les Insectes où leur formation a été le mieux étudiée, prennent naissance par suite de deux phénomènes successifs se produisant dans l'embryon à des moments assez éloignés l'un de l'autre. Ces deux phénomènes sont : 1° l'apparition précoce des gonades; 2° l'entrée de celles-ci dans une enveloppe mésodermique à l'intérieur de laquelle elles resteront désormais incluses. Dans *Clytra læviuscula,* par exemple, les gonades se montrent à la fin de la première journée du développement et ne s'entourent de leur enveloppe mésodermique qu'au commencement de la cinquième journée (la durée moyenne du développement total étant d'environ treize jours). Au moment de l'apparition dont il s'agit, la segmentation est loin d'être terminée et il ne saurait être question encore de feuillets germinatifs.

» L'origine mésodermique du tissu qui entoure les gonades quand celles-ci pénètrent dans les cavités cœlomiques n'est au contraire pas contestable, car les cellules mésodermiques sont à ce moment très faciles à reconnaître et très différentes des gonades.

» D'après Heymons, le tissu mésodermique ne formerait pas seulement l'enveloppe des ébauches ovariennes; il donnerait, en outre, naissance à des cellules se mélangeant plus ou moins aux gonades et destinées à fournir plus tard les cellules épithéliales qui formeront les follicules des œufs. Ce fait doit être considéré comme exact; on verra tout à l'heure cependant qu'il peut y avoir des exceptions à cette règle.

» Ainsi donc l'embryogénie montre que deux sortes d'éléments entrent dans la formation de l'ovaire et, par suite, peuvent servir à l'ovogenèse : les gonades et les cellules mésodermiques qui les enveloppent ou y sont mélangées. Voyons ce qui se produit ensuite chez les Insectes inférieurs. D'après mes observations, il est nécessaire, pour s'en rendre compte, d'examiner successivement : 1° le cas des Aphoruridées, des Poduridées et des Entomobryidées; 2° celui des Smynthuridées; 3° celui de *Campodea*, et 4° celui de *Machilis*.

» Dans le premier cas, il n'y a pas de cellules mésodermiques en dehors de celles

qui forment la paroi des ébauches ovariennes (cette observation est conforme aux résultats obtenus par A. Claypole, qui a étudié le développement de l'ovaire d'*Anurida maritima* Guér.). Les gonades donnent naissance aux œufs et aux cellules vitellogènes. Il n'y a pas de follicules ovariens. La vésicule germinative grossit notablement au début de la période pendant laquelle l'œuf reste dépourvu de globules deutoplasmiques; mais ensuite elle diminue et ne semble jouer, dès lors, qu'un rôle insignifiant pendant tout le temps que dure l'accumulation du vitellus nutritif dans l'œuf. Ce sont alors, au contraire, les cellules vitellogènes qui se développent énormément; leur noyau, par sa grosseur et sa richesse en éléments chromatiques, accuse la grande part qu'elles prennent à l'élaboration des matériaux qui s'accumulent dans l'œuf. Les cellules de la paroi ovarienne restent toujours très petites, et çà et là quelques-unes d'entre elles seulement, situées près des œufs, grossissent un peu.

» Dans les trois familles dont il s'agit ici, les éléments dérivés des gonades sont donc de deux sortes : les œufs et les cellules dites *vitellogènes;* ces deux catégories d'éléments assurent à peu près, à eux seuls, tout le travail chimique nécessité pour faire passer l'œuf à l'état de maturité; on peut même admettre que, à ce point de vue, le rôle des cellules vitellogènes est prépondérant.

» Dans les Smynthuridées, les cellules mésodermiques surajoutées aux gonades manquent également, et par suite aussi les follicules ovariens. Les gonades donnent encore naissance d'une part aux œufs, d'autre part à des cellules vitellogènes. Ces deux sortes d'éléments évoluent comme dans le cas précédent. Mais ici, les cellules mésodermiques qui forment la paroi ovarienne prennent une part très active aux phénomènes de l'ovogenèse. Elles acquièrent une taille considérable et proéminent vers l'intérieur de la poche ovarienne. Elles finissent par former un réseau enserrant étroitement les groupes constitués par les œufs accompagnés de cellules vitellogènes. Vers la fin de l'ovogenèse elles s'atrophient peu à peu comme les cellules vitellogènes elles-mêmes. L'élaboration des matières qui doivent s'accumuler dans l'œuf est donc répartie, chez les Smynthuridées, entre l'œuf lui-même, les cellules sœurs de l'œuf et les cellules mésodermiques de la paroi ovarienne; ces dernières paraissent avoir le principal rôle.

» Dans *Campodea,* les cellules mésodermiques surajoutées aux gonades sont présentes (à la région postérieure de la chambre germinative). Il se forme de vrais follicules ovariens, mais les cellules en sont toujours très peu volumineuses. Il se produit encore des œufs et des cellules vitellogènes aux dépens des gonades.

» L'activité principale, dans l'élaboration des matériaux de réserve, est dévolue aux cellules vitellogènes.

» Dans *Machilis,* on trouve des cellules mésodermiques situées à la partie la plus antérieure de la chambre germinative. Il se produit des follicules ovariens ayant des cellules un peu plus volumineuses que chez *Campodea*.

» Mais ici apparaît une disposition qui deviendra fréquente chez les Insectes supérieurs : toutes les gonades produisent des œufs, de sorte qu'il n'y a plus de cellules vitellogènes.

» Il est alors facile d'observer que presque tout le travail chimique nécessité par l'emmagasinement des globules deutolécithiques est fourni par l'œuf lui-même. Le noyau de celui-ci grandit beaucoup et les éléments chromatiques qu'il renferme

prennent un développement qu'ils étaient bien loin d'atteindre dans les trois cas précédents.

» En résumé, les faits que l'on observe dans l'ovaire des Insectes inférieurs donnent le droit d'admettre que, chez ces animaux, le travail chimique à la suite duquel d'abondants matériaux de réserve sont accumulés dans l'œuf est effectué par diverses cellules. Les œufs et les cellules vitellogènes, éléments dérivés des gonades, y prennent part; il en est de même des cellules mésodermiques entrant dans la constitution de l'ovaire.

» Mais la part qui revient à chaque catégorie de cellules est très variable; tantôt c'est celle de l'œuf qui est prépondérante, tantôt celle des cellules vitellogènes, tantôt celle des cellules mésodermiques. En réalité, tous ces éléments sont vitellogènes si on les envisage au point de vue physiologique, et seule leur origine les sépare nettement en deux groupes. Chez les Insectes supérieurs, l'ovogenèse se produit dans les mêmes conditions; mais ce sont les dispositions ébauchées chez *Campodea* et chez *Machilis* qui se réalisent le plus souvent, en se perfectionnant surtout par le rôle plus important qu'acquiert l'épithélium folliculaire. Quant au type d'ovaire réalisé dans les Aphoruridées, les Poduridées et les Entomobryidées, et perfectionné davantage chez les Smynthuridées, il semble être resté localisé dans le groupe des Collemboles. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur le mécanisme de la propulsion de la langue chez les Amphibiens anoures*. Note de M. MARCUS HARTOG, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On chercherait en vain, dans les grands Traités et dans les Mémoires détaillés, une explication du mécanisme de la propulsion de la langue chez les Amphibiens anoures. C'est tout au plus si les auteurs répètent que les muscles génioglosses sont les protracteurs, et les hyoglosses les rétracteurs de cet organe. Et pourtant ces animaux font partout, depuis longtemps, les frais de l'initiation de l'étudiant aux problèmes de la Physiologie et de l'Anatomie.

» Ayant à faire chaque année un Cours de Biologie élémentaire qui commence par l'étude détaillée de la Grenouille, j'avais depuis longtemps remarqué cette lacune. J'ai réussi à la combler et à montrer par une expérience des plus simples comment l'animal lance sa langue en dehors de sa bouche en la renversant.

» Je mets à nu la langue par l'ablation de la partie de la mâchoire supérieure et du crâne, je fais un petit trou dans le muscle sous-maxillaire (mylohyoïdien), par lequel j'introduis une canule, et j'insuffle de l'air. La langue se gonfle, se redresse et s'élance. Il est nécessaire d'aider le mouvement en tirant l'os hyoïde en avant. Ou bien j'injecte, au lieu d'air, du beurre de cacao additionné de carmin et fondu, et je maintiens la pression jusqu'à refroidissement de la masse : cette manipulation révèle un énorme espace lymphatique entre le muscle sous-maxillaire et l'os hyoïde, espace qui se prolonge, en passant par la fente médiane, entre les muscles, dans la cavité de la langue même; là il se ramifie en s'insinuant entre les fascicules en éventail de ses muscles intrinsèques et atteint l'extrémité élargie de l'organe. Désormais les rôles des divers muscles sont clairs : les muscles pétrohyoïdiens soulèvent l'os hyoïde et le font avancer, action complétée par les géniohyoïdiens. Les génioglosses et styloglosses peuvent bien commencer la dilatation de la langue en raccourcissant et, par conséquent, élargissant sa cavité; mais c'est surtout le muscle sous-maxillaire qui, par sa contraction, doit chasser la lymphe dans la cavité de la langue; c'est lui le vrai propulseur de l'organe. Pour la rétraction, les muscles génioglosses et hyoglosses doivent, par compression, la ramener jusque dans la bouche : les muscles sternohyoïdiens et omohyoïdiens rétractent les attaches de la langue à l'os hyoïde, et la fermeture de la bouche par les muscles qui relèvent la mandibule presse la langue contre le palais et en chasse le reste de la lymphe.

» On voit que la propulsion brusque de la langue chez les Anoures est une érection comparable à la protrusion si lente du pied chez les Lamellibranches : dans les deux cas, c'est une *propulsion*, non une *prétraction*.

» Silvestro Baglioni, dans une étude remarquable sur la respiration des Grenouilles ([1]), vient de constater que, dans cet acte, au moment du rétrécissement de la cavité de la bouche « wird die Zunge sehr deutlich » nach vorn und oben gezogen ». Pour que ce mouvement s'accentue et se transforme en propulsion de la langue, il ne faut qu'un avancement plus complet de l'os hyoïde et une plus forte contraction du muscle sous-maxillaire. »

VITICULTURE. — *Sur le géotropisme des racines de la vigne.* Note de M. J.-M. Guillon, présentée par M. Prillieux.

« Les racines naissant à la base des boutures de la vigne suivent, sous l'influence de la pesanteur, une direction oblique (géotropisme positif) très variable suivant les espèces, les variétés et les hybrides. Cette obli-

([1]) In *Arch. f. Anatomie u. Physiolog. : Phys. Abth.*, 1900, Suppl. Bd, p. 36.

quité des racines est très intéressante à connaître pour les vignes américaines, car, sans être la cause unique des variations de l'adaptation aux divers sols, elle constitue cependant, à ce point de vue, un document des plus précieux.

» En effet, les cépages dont les racines tendent à se rapprocher plus ou moins de la verticale sont susceptibles de résister plus que les autres à la sécheresse. Ils vont chercher l'humidité dans les couches plus profondes, en des points où elle est peu sujette aux variations extérieures. Par contre, les cépages à racines traçantes sont plus exposés à souffrir d'une sécheresse prolongée. Ces considérations ont donc leur importance pour la reconstitution d'un vignoble.

» Enfin l'obliquité caractéristique de chaque cépage américain fait qu'ils vont puiser leur nourriture dans des régions plus ou moins éloignées de la surface du sol et qu'il y a lieu d'en tenir compte pour le choix et l'application des engrais.

» On peut arriver à classer à ce point de vue les espèces, variétés ou hybrides en mesurant l'angle que fait avec la verticale la direction des racines secondaires (direction d'équilibre géotropique). Il suffit, pour déterminer cet angle, que j'appellerai *angle de géotropisme*, de faire raciner des boutures dans un liquide nutritif où rien ne vient s'opposer à la direction naturelle des racines, ou d'observer pendant plusieurs années les racines des cépages expérimentés dans une même pépinière constituée par un sol meuble, profond et frais.

» J'ai étudié l'angle de géotropisme de la plupart des espèces, variétés ou hybrides de vignes américaines utilisées pour la reconstitution du vignoble. Voici le résumé de mes observations :

Noms des cépages.	Angle de géotropisme.
Rupestris du Lot	20°
Riparia	75 à 80 suivant les formes.
Berlandieri	25 à 35 »
Riparia × *Rupestris*	40 à 60 »
Berlandieri × *Riparia*	60 à 75 »
Rupestris × *Berlandieri*	40 à 50 »
Berlandieri × *Riparia-Rupestries gigantesque*	55 à 60 »
Franco-Rupestris	35 à 60 »
Franco-Berlandieri	45 à 50 »

» Si, d'une façon générale, plus l'angle de géotropisme est aigu, plus la

plante résiste à la sécheresse, cette observation peut être modifiée par la profondeur plus ou moins grande du sol et par la grosseur des racines auxquelles les vaisseaux à plus gros diamètre communiquent des propriétés particulières. Enfin, la direction des racines de la vigne, de même que les autres plantes, est soumise à certaines influences, comme celles de l'humidité (hydrotropisme), de la pression, etc. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la découverte, dans les dépôts permiens supérieurs du nord de la Russie, d'une flore glossoptérienne et de reptiles* Pareiasaurus *et* Dicynodon. Note de M. V. **Amalitzky**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les dépôts permiens de la Russie comprennent des formations marines et continentales. Ces dernières contiennent dans les étages inférieurs une flore lépidendronienne du type du *Rothliegendes* d'Allemagne, tandis que les étages supérieurs contiennent des marnes et des grès bigarrés, longtemps considérés comme dépourvus de fossiles. J'ai réussi à y trouver une riche faune de Lamellibranches, que j'ai décrite en 1892 (1) sous les noms de *Palæomutela, Oligodon* et *Palæanodonta*. En 1895, alors que j'étudiais (2), à Londres, les Lamellibranches du Karoo inférieur de l'Afrique méridionale, je remarquai nombre de formes identiques avec celles des dépôts permiens supérieurs de Russie. Je supposai que je pourrais découvrir dans ces dépôts d'autres organismes semblables à ceux qui ont été trouvés dans le système du Karoo inférieur de l'Afrique méridionale. Comme champ de mes explorations futures, je choisis le rayon de la Soukhona et de la Dvina, où le professeur Barbot de Marny avait recueilli en 1864, dans les dépôts permiens développés suivant la rivière Vytchegda, une empreinte en forme de noyau de *Calamites arenaceus*, qui indiquait une formation continentale.

» Mes explorations, pendant une période de quatre ans, de 1895-1898, prouvèrent, en effet, que les dépôts permiens supérieurs continentaux du courant inférieur de la Soukhona et du courant supérieur de la Dvina du

---

(1) *Ueber die Anthracosien der Permformation Russland's* (*Palaeontographica*, Vol. XXXIX).

(2) *A comparison of the Permian freshwater Lamellibranchiata from Russia with those from Karoo System of South Africa* (*Journ. Geol. Soc.*, Vol. II; Aug. 1895).

Nord sont homotaxiques au système du Karoo inférieur de l'Afrique méridionale et de la Gondwana inférieure de l'Inde. Cette homotaxie est démontrée par la découverte, dans les dépôts permiens supérieurs précités du nord de la Russie, des formes suivantes, identiques avec celles que l'on a trouvées dans le système du Karoo ou de la Gondwana : *Glossopteris indica* Schimper, *Glossopteris angustifolia* Feistmantel, *Glossopteris stricta* Bunb, *Gangomopteris major* Feist., *Gangomopteris cyclopteroides* Feist. ; de nombreux *Vertebraria;* des rhizomes de *Glossopteris;* des reptiles des genres *Pareiasaurus* et *Dicynodon,* ainsi que des coquilles de *Palæomutela Inostranzewi* et *Palæomutela Keyserlingi.*

» La position stratigraphique de l'étage à *Pareiasaurus, Dicynodon* et à *Glossopteris* dans le nord de la Russie est déterminée par le schéma suivant de couches, à partir d'en haut :

» 1° Marnes et grès du village Aristov, près de la ville de Véliki-Oustioug, se rapportant par leur âge au *Zechstein* supérieur et contenant : *Synocladia virgulacea* Pill., *Acanthocladia anceps* Schl., *Edmondia elongata* Howse, *Loxonema Gibsoni* Brown, *Loxonema Altenburgensis* Geiss., *Turbo obtusus* Brown.

» 2° Étage glossoptérien représenté par des marnes bigarrées avec des inclusions lenticulaires de sables et de grès développés suivant le courant inférieur de la Soukhona (d'Opoki à Véliki-Oustioug) et le courant supérieur de la Dvina du Nord (de Véliki-Oustioug à Kotlas) avec la flore glossoptérienne citée et une faune de reptiles (*Pareiasaurus, Dicynodon*) et d'Anthracosides (*Palæomutela, Oligodon* et *Palæanodonta*).

» 3° Marnes et sables reposant à Opoki et à Jéciptsev au-dessous de l'étage glossoptérien et contenant une flore permienne inférieure avec *Callipteris conferta, Lepidodendron,* etc.

» 4° Grès, marnes et sables de Krasnoborsk de la Toïma supérieure et de la Seftra avec la faune maritime permienne inférieure suivante : *Geinitzella columnaris* Schl., *Fenestella retiformis* Schloth, *Productus Cancrini* Vern., *Macrodon Kingianum* Vern., *Leda speluncaria* Geinitz, *Nucula Beyrichi* Schauroth, *Bachewellia ceratophaga* Schl., *Schizodus rossicus* Vern., *Schizodus planus* Golowk., *Streblopteria sericea* Vern., *Murchisonia subangulata* Vern.

» Voyant le succès des fouilles opérées en 1899, le gouvernement russe a accordé 50000 roubles (200000^{fr}) pour faire des travaux sur une grande échelle.

» Les fouilles, dans l'étage glossoptérien de Russie, ont été pratiquées en 1899 et en 1900 le long de la rive de la Dvina du Nord, près de la station Kotlas, au lieu dit : *Sokolki*. Pendant ces deux années, les fouilles ont donné des résultats des plus abondants; elles ont amené entre autres la découverte de quinze à vingt squelettes de *Pareiasaurus*, dont quelques-uns atteignent une longueur de 4^m, quatre squelettes de reptiles offrant de la ressemblance avec les *Rhopalodontia*, de 2^m de longueur, et quelques groupes d'ossements appartenant aux *Dicynodontia*, beaucoup de nouveaux genres de Théromorphes et probablement de Dinosauriens, et enfin quelques squelettes assez grands de Stégocéphales (*Melanerpeton* et autres). Tous ces ossements sont engagés dans d'énormes concrétions qui ont été trouvées sur le même horizon et gisaient les unes à côté des autres; quelquefois même les squelettes étaient entassés l'un sur l'autre, ce qui fait supposer que ces nombreux squelettes de reptiles et d'amphibies ont été enterrés au fond de la rivière, après avoir été amenés là par suite de quelque catastrophe, et recouverts ensuite par du sable de rivière.

» Un laboratoire paléontologique a été actuellement monté près l'Université de Varsovie, afin de préparer les squelettes. Au mois de décembre 1900, le laboratoire a terminé la préparation d'un squelette de 11 pieds de long. Il appartient à une nouvelle espèce de *Pareiasaurus*, proche de *Pareiasaurus Baini* Seeley, mais qui s'en distingue par la construction de la queue droite, du bassin plus étroit, par la tête plus petite comparativement au tronc et encore d'autres caractères. »

GÉOLOGIE. — *Les formations tertiaires et quaternaires de la vallée de Bellegarde*. Note de M. **H. Douxami**, présentée par M. Michel Lévy.

« La vallée de Bellegarde est limitée à l'ouest par la chaîne du Colombier de Culoz, à l'est par la chaîne du Reculet-Credo-Vuache-Mont de Musiège.

» Elle se prolonge au nord, en se bifurquant, d'un côté par le vallon de la Mantière, la vallée de Mijoux et le vallon des Dappes jusque près des Rousses, et d'un autre côté par le plateau de Montanges du Ladai et de Champfromier, le long du pli faille de Champfromier jusque dans la combe d'Evoaz. Au sud, la vallée s'élargit considérablement et se rattache à la grande plaine molassique de Rumilly, prolongement méridional de la partie de la plaine suisse située à l'ouest de l'anticlinal de la molasse et du mont Salève.

» Le bassin de Bellegarde présente en son milieu un bombement anticlinal (dôme) qui fait affleurer dans le lit de la Valserine et du Rhône les terrains albiens et aptiens, bien connus par leurs fossiles, et le Barrêmien supérieur, moyen et inférieur. Le Barrêmien moyen présente le faciès urgonien.

» Toute cette région fut émergée à la fin du Secondaire et soumise à des phénomènes d'érosion considérable : aussi les premiers dépôts tertiaires que l'on rencontre sont des dépôts continentaux d'âge éocène moyen et supérieur, constitués par des sables blancs ou jaunâtres, avec silex provenant de la destruction des couches sénoniennes, de l'Aptien et du Gault même en certains points; ils forment des dépôts plus ou moins étendus dans toute la région, et sont souvent intimement liés avec des minerais de fer (Salève, Senier près d'Annecy); nous rattachons à ces dépôts les formations dites *sidérolithiques* de Collonges, Chénier.

» Reposant sur ces sables éocènes, lorsqu'ils existent, sur le Gault, ou le Barrêmien, se trouvent des dépôts oligocènes renfermant, avec *Helix rugulosa* et *H. Ramondi, Planorbis cornu, Pl. declivis* et la riche faune de vertébrés de Challonges-Pyrimont. Ils comprennent de bas en haut :

» 1° Des marnes bigarrées avec, à la base et à différents niveaux, des intercalations de conglomérat calcaire à éléments jurassiens;

» 2° Des argiles, marnes, grès de couleurs également très variées avec intercalations, dans toute la vallée des Usses, de lentilles de gypse fibreux et des bancs calcaires exploités pour dalles vers Droisy et Crempigny; les bancs inférieurs sont fossilifères. C'est dans ces bancs calcaires supérieurs, surtout bien développés au sud de la vallée des Usses, que l'on a rencontré des grès tendres et des assises marneuses lignitifères (Crempigny, Saint-André);

» 3° Des grès et marnes gréseuses micacées passant insensiblement aux couches de la molasse marine fossilifère, à *Pecten præscabriusculus*.

» Le miocène, transgressif à l'ouest, est représenté par un puissant ensemble (250^{m} au moins) de grès grossiers, avec lits de cailloux d'origine alpine, très fossilifères, et de grès molassiques en gros bancs grisâtres tendres, devenant feuilletés et jaunâtres à la partie supérieure; ces dépôts appartiennent au Burdigalien supérieur et à la base du Miocène moyen.

» Les dépôts du Miocène supérieur et du Pliocène manquent. Les dépôts quaternaires de la vallée comprennent :

» 1° Des alluvions fluvioglaciaires bien développées au nord de la vallée des Usses se rattachant aux alluvions fluvioglaciaires des environs de Genève. A la partie supérieure elles présentent des intercalations de dépôts morainiques et sont recouvertes

partout par le glaciaire d'origine jurassienne au nord de la vallée, ou apporté par le glacier du Rhône et de l'Arve, plus au sud par le glacier de l'Isère; ces alluvions sont à l'altitude de 330^m et s'élèvent jusqu'à 780^m. Les blocs erratiques dépassent l'altitude de 1100^m.

» Ces dépôts existent à l'entrée du défilé de Fort de l'Écluse (Pont de Savoie) et à la sortie; on les rencontre même dans ce défilé près du Fort inférieur à l'altitude de 420^m. Sous le Fort, M. Renevier a montré l'existence d'un ancien lac de cluse où se sont déposées des marnes bleues qui affleurent dans le lit même du Rhône et des sablons (10^m) recouverts et ravinés par des dépôts morainiques s'étendant jusqu'au niveau de la route. La cluse du Rhône, indiquée lors du soulèvement de la région par la faille du Vuache et l'abaissement de près de 600^m de l'axe de l'anticlinal du Credo, a donc été creusée avant l'arrivée du glacier du Rhône dont les dépôts ont rempli la cluse. Après le retrait du glacier, le Rhône actuel a déblayé ces dépôts et au delà du défilé s'est creusé le lit et le cañon qu'il occupe aujourd'hui et qu'il est encore en train d'affouiller.

» 2° Au sud de la vallée, entre le Colombier et le dôme du Gros Fourg, on trouve vers Motz, à l'extrémité du val de Fier et sur la rive droite, des alluvions ne dépassant guère l'altitude de 300^m et inclinées du nord au sud : elles ont dû se former dans une expansion du lac du Bourget. A leur surface se rencontrent encore de nombreux blocs erratiques.

» Après le retrait définitif des glaciers se sont formés les alluvions modernes qui ont rempli la plaine de la Chautagne et de Seyssel (Haute-Savoie) et les tufs calcaires de Serrières. Le Rhône et la Valserine ont progressivement entamé, de Pyrimont, au sud, jusqu'au delà de Bellegarde, au nord, les bancs de calcaire urgonien qui bordent de chaque côté le véritable cañon dans lequel coulent ces deux cours d'eau. »

M. **Marcellin Langlois** adresse une Note intitulée : « Unité thermochimique fondamentale; atomicité; unité d'origine et de constitution de la matière atomique. »

M. **Al. Barthès** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 18 janvier dernier et contenant la description d'une machine aérienne dirigeable.

Ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; le contenu est renvoyé à la Commission des Aérostats.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

ERRATA.

(T. CXXXI, séance du 24 décembre 1900.)

Note de MM. *Yves* et *Marcel Delage,* Sur les relations entre la constitution chimique des produits sexuels et celle des solutions capables de déterminer la parthénogenèse :

Au lieu de

Mâles	8,83 pour 100 MgO
Femelles	7,88 pour 100 MgO

lisez

Femelles	8,83 pour 100 MgO
Mâles	7,88 pour 100 MgO

(Séance du 25 février 1901.)

Note de M. *L.-J. Simon,* Sur la constitution du glucose :

Par suite d'une erreur de mise en pages, le texte est devenu incompréhensible. Il y a lieu d'intercaler, à la fin de la page 487, à la suite du petit texte, la fin de la page 488 *à partir de* « On rend compte... », et la première moitié de la page 489 *jusqu'à* « 2°... ».

N° 9.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 4 mars 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

N° 9.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1901

PREMIER SEMESTRE

—

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 10 (11 Mars 1901).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

—

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leur Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 MARS 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

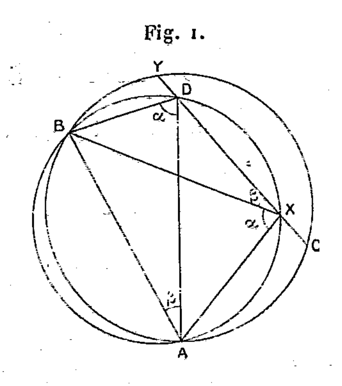
GÉODÉSIE. — *Utilisation des points de Collins pour la détermination d'un quadrilatère.* Note de M. **Hatt.**

« Dans un article récent du *Journal des Savants,* consacré aux Œuvres de Gauss, M. Darboux, parlant du problème de Pothenot, a fait allusion aux *points de Collins* définis par la condition de se trouver à la rencontre de la droite qui joint le point de station et l'un des signaux visés, avec le segment capable passant par les deux autres signaux. Ces points sont connus et utilisés par les ingénieurs hydrographes sous le nom de *points d'alignements*. Pour obtenir la position d'une station d'où l'on a mesuré les angles compris entre trois signaux connus A, B, C, il suffit, après avoir construit le segment capable passant par AB, d'y placer le

point de Collins D en menant un rayon faisant, avec celui qui joint le centre du segment à B, un angle double de l'angle mesuré entre B et C. Le point de station est à la deuxième intersection de CD avec le segment. Cette construction présente certains avantages quand l'angle compris entre B et C est petit; elle a inspiré une méthode de calcul peu usitée aujourd'hui et remplacée, de même que les autres, par les procédés graphiques à grande échelle.

» Les points de Collins pourraient être utilisés dans le cas de détermination simultanée de deux stations inconnues reliées par des mesures angulaires à deux signaux connus. A moins de compenser le quadrilatère formé par les quatre points A, B, X, Y, opération très minutieuse et dont le résultat final n'est pas toujours en proportion de l'effort qu'elle coûte,

Fig. 1.



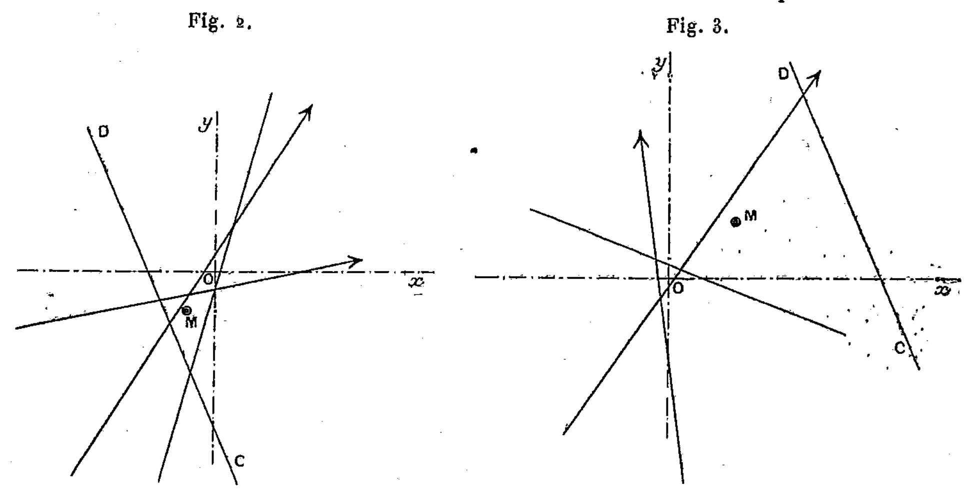
on en est réduit à calculer les stations X et Y chacune par un triangle en vérifiant ensuite la concordance des relèvements réciproques des deux stations. Il y aurait avantage, sans doute, à combiner les observations recueillies aux deux stations de manière à déterminer indépendamment la droite qui les joint; la considération des points de Collins permet de le faire. Remarquons en effet que ces points peuvent être construits sans que l'on connaisse la position du troisième signal visé. Si du point X on a mesuré des angles α entre A et B et β entre B et Y, on placera le point de Collins D soit par la construction ci-dessus indiquée, soit, mieux encore, au moyen d'un triangle DAB à angle conclu en B, les deux autres étant, comme le montre la figure, égaux à α et β. On déterminerait de la même manière le point de Collins C correspondant à la mesure faite en Y de l'angle compris entre A et X.

» La ligne C $\times$ Dy est donc déterminée et constitue une donnée supplémentaire indépendante des mesures d'angles obtenues en A et B.

» On pourra dès lors déterminer chacune des stations X et Y en faisant concourir, au moyen des méthodes graphiques à grande échelle, les quatre lieux géométriques se coupant théoriquement en ce point : les relèvements de A et B, le segment capable de l'angle mesuré entre A et B et le relèvement réciproque CD.

» Dans le but de comparer le résultat de ce procédé de calcul avec celui que donne la méthode des moindres carrés, je l'ai appliqué à un quadrilatère dont la compensation rigoureuse avait été précédemment effectuée. Les deux graphiques ci-joints, construits à l'échelle de $\frac{1}{15}$, résument toute l'opération et permettent de faire la comparaison. Pour

Fig. 2. Fig. 3.



chacune des stations X et Y l'origine des coordonnées est au point approché, et le point moyen M, obtenu par la compensation rigoureuse, a pour coordonnées relatives les corrections calculées par application de la méthode des moindres carrés. On voit, d'après la situation des trois premiers lieux géométriques, que le point approché est, à très peu près, celui que donne la résolution du triangle; le tracé du lieu géométrique CD vient modifier ce résultat dans le même sens que la méthode rigoureuse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la synthèse totale de l'acétylpropylène et des carbures terpiléniques;* par M. **Berthelot.**

« Dans le cours de mes recherches sur la combinaison directe des carbures d'hydrogène les uns avec les autres, j'ai étudié la réaction de l'acéty-

lène sur l'éthylène et la formation d'un acétyléthylène (1) par la réunion des deux gaz à volumes égaux (2)

$$C^2H^2 + C^2H^4 = C^4H^6.$$

» J'ai signalé depuis, en quelques lignes, la combinaison analogue du propylène avec l'acétylène

$$C^2H^2 + C^3H^6 = C^5H^8.$$

» C'est cette combinaison sur laquelle je me propose de revenir aujourd'hui, en raison de l'importance qu'elle présente pour la synthèse des carbures terpiléniques, et plus généralement des carbures représentés par la formule $C^{10}H^{16}$, dont l'importance est si grande dans les végétaux. Ces derniers carbures, en effet, ainsi que les carbures de l'ordre du copahuvène $C^{15}H^{24}$, sont des polymères (dimères et trimères) des carbures monomères de la formule C^5H^8. Le terpilène en particulier a été obtenu par M. Bouchardat (3), conformément à ces idées, par la condensation d'un carbure (valérylène) C^5H^8 dérivé de l'amylène.

» Réciproquement le térébenthène, le terpilène, leurs chlorhydrates, le bornéol, le camphre, etc., soumis à l'action hydrogénante de l'acide iodhydrique, reproduisent de l'hydrure d'amyle (ou de pentane) C^5H^{12}, d'après mes expériences (4).

» La synthèse de l'acétylpropylène permet de remonter plus haut dans cette genèse, c'est-à-dire de l'accomplir à partir de carbures formés eux-mêmes par la combinaison élémentaire du carbone et de l'hydrogène.

» On opère la combinaison du propylène avec l'acétylène par la même méthode que celle de l'éthylène, mais en opérant dans des conditions encore plus ménagées. La réaction s'effectue en échauffant le mélange des deux gaz, à volumes égaux, dans une cloche courbe, que l'on bouche de façon à opérer à volume constant. La cloche est enveloppée d'une toile métallique et la flamme du gaz répartie de façon à obtenir un chauffage aussi régulier que possible. On ne doit pas atteindre la température rouge, mais se maintenir autant que possible au voisinage de 500°.

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. IX, p. 466; 1869.

(2) Voir aussi les expériences ultérieures de M. Prunier sur ce carbure, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XVII, p. 17; 1879.

(3) *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 654; 1878.

(4) *Bulletin de la Société chimique*, 2e série, t. XI, p. 16, 98, 187; janvier 1869.

» Au bout de quelque temps, on voit apparaître un liquide presque incolore, qui se condense dans les parties froides, à la surface du mercure laissé dans les régions basses de la cloche.

» L'expérience ayant duré une heure, on éteint, on laisse refroidir. Dans ces conditions, il ne se dépose pas de carbone, mais seulement une petite quantité de matière goudronneuse dans les régions supérieures.

» Après refroidissement, on transvase le gaz restant, on le mesure, ce qui indique la contraction, et on l'analyse comme il va être dit.

» D'autre part, on introduit dans la cloche remplie de mercure par l'effet de ce transvasement, un volume d'air exactement mesuré : ainsi, par exemple, un tiers du volume initial des gaz avant le chauffage. Le carbure très volatil, condensé sur les parois de la cloche, se vaporise dans cette atmosphère. On transvase le tout dans une éprouvette graduée et on le mesure : l'accroissement de volume indique la proportion du carbure volatilisé. On le soumet à une analyse eudiométrique.

» Il reste encore dans la cloche un peu de carbure liquide, distinct du précédent et n'ayant qu'une faible tension de vapeur. Le poids en est trop minime pour se prêter à une analyse : je me suis borné à traiter ce corps par l'acide nitrique fumant, lequel n'a pas amené une formation appréciable de nitrobenzine, mais seulement celle de dérivés nitrés, de l'ordre de ceux que fournissent les carbures terpiléniques. Cette réaction prouve que l'acétylène disparu ne s'est pas polymérisé pour son propre compte à l'état de benzine, mais qu'il est entré dans des combinaisons spéciales. Dans le cas où le mélange gazeux aurait été chauffé plus fortement, par exemple porté au rouge sombre, la réaction est plus rapide ; mais la benzine apparaît dans les liquides condensés.

» Venons maintenant à l'analyse des gaz, en commençant par le carbure liquide gazéifié dans une atmosphère d'air.

» I. Son volume s'élevait aux 9 centièmes de celui de l'air employé.

L'analyse eudiométrique par combustion a fourni, pour 10 volumes du gaz combustible............	52 volumes d'acide carbonique
La diminution totale (c'est-à-dire le carbure disparu et l'oxygène consommé) s'élevait à.............	78 volumes

» Ces rapports conduisent à la formule C^5H^8, laquelle exigerait 50 volumes d'acide carbonique et 80 volumes de diminution totale.

» Cette formule répond à une combinaison du propylène et de l'acéty-

lène à volumes gazeux égaux; acétylpropylène :

$$C^3H^6 + C^2H^2 = C^5H^8.$$

» C'est celle d'un dérivé penténique ou amylénique, par perte d'hydrogène

$$C^5H^{10} - H^2 = C^5H^8;$$

elle répond à plusieurs isomères; j'y reviendrai tout à l'heure.

» Ce carbure pourrait être préparé en quantités plus considérables, mais d'une façon moins nette, en faisant passer, à travers un tube de porcelaine chauffé avec ménagement, un mélange des deux gaz générateurs employés en proportion plus grande, c'est-à-dire par le procédé employé par M. Prunier pour l'acétyléthylène, l'un des isomères du crotonylène. La formation de l'acétylpropylène, pas plus que celle de l'acétyléthylène, dans les conditions ménagées que j'ai décrites, n'est point accompagnée par celle de la benzine, ou d'autres polymères de l'acétylène, en proportion sensible.

» II. Revenons maintenant à l'étude des gaz demeurés dans la cloche courbe, afin de définir complètement la réaction. Dans ce qui suit, tous les volumes gazeux sont, comme d'ordinaire, réduits par le calcul à la même température et pression et ramenés à une unité commune, 100 volumes. On avait pris d'abord

Acétylène : C^2H^2	50 volumes	100
Propylène : C^3H^6	50 volumes	
Après chauffage, on a retrouvé		63,9
(1) Contraction		36,1
(2) Une partie du mélange a été traitée par du chlorure de cuivre ammoniacal, en proportions successives, de façon à absorber exactement, c'est-à-dire sans excès notable du réactif, l'acétylène, soit.		23,0
(3) Le gaz résiduel (purifié d'ammoniaque) a été traité par une *petite quantité* d'acide sulfurique bouilli; ce qui absorbe le propylène restant et la vapeur d'acétylpropylène, soit		32,0
(4) Le gaz résiduel s'élevait à		8,9

» D'autre part, on a soumis à l'analyse, par combustion eudiométrique, le mélange gazeux initial (après chauffage bien entendu) et le gaz résiduel (après réaction du chlorure cuivreux ammoniacal et de l'acide sulfurique concentré).

» III. 10 volumes de gaz résiduel ont fourni $10^{vol},5$ d'acide carbonique, la diminution totale étant de 31 volumes.

» Ces rapports sont sensiblement ceux du formène CH^4; soit 10 volumes gaz; 10 volumes CO^2; 30 volumes diminution totale.

» Ce résidu est donc constitué par du formène, ou par un mélange équivalent de carbures forméniques et d'hydrogène

$$\frac{1}{n}[C^nH^{2n+2} + (n-1)H^2]\ (^1).$$

» Soit enfin l'analyse eudiométrique du mélange gazeux, obtenu immédiatement après chauffage : elle a fourni pour 10 volumes du mélange 27 volumes d'acide carbonique; la diminution totale étant 48 volumes. Ces valeurs permettent de contrôler les résultats obtenus dans l'analyse par absorption (II), en y joignant, bien entendu, ceux de l'analyse (I) de la vapeur C^5H^8, et du résidu gazeux non absorbable par le chlorure cuivreux et l'acide sulfurique (III). Tout calcul fait, on trouve pour 100 volumes gaz initial :

» Gaz après réaction : $63^{vol},9$

C^2H^2 inaltéré	23
C^3H^6 inaltéré	23
C^5H^8 gazéifié	9
CH^4 final	8,9
	63,9

» Il a disparu

C^2H^2	27	qui répondraient à 27 C^5H^8, tant gazeux que liquide.
C^3H^6	27	

» Ces rapports concordent avec l'analyse eudiométrique; car ils donnent pour 10 vol. de gaz combustible : 26,7 d'acide carbonique et 47,3 de diminution totale (IV).

» La moitié environ du carbure volatil C^5H^8 a été isolée dans le cours des analyses : le surplus ayant été changé, sans doute, en polymère $C^{10}H^{16}$, retrouvé sous la forme de carbure moins volatil. En outre, une

(1) Par exemple,

$$\tfrac{1}{3}(C^3H^8 + 2H^2) \quad \text{ou} \quad \tfrac{1}{2}(C^2H^6 + H^2),$$

ou bien encore

$$\tfrac{1}{6}(C^3H^8 + 2H^2) + \tfrac{1}{4}(C^2H^6 + H^2),$$

ces divers mélanges fournissant les mêmes résultats à l'analyse eudiométrique.

fraction des gaz, un sixième environ, a éprouvé une destruction plus avancée, qui se traduit par l'apparition du formène (ou des carbures équivalents).

» La moitié environ de l'acétylène et du propylène n'avait encore subi aucune réaction quand j'ai mis fin à mon expérience, soit en raison du temps nécessaire pour l'accomplissement de la combinaison des carbures d'hydrogène, soit à cause des phénomènes d'équilibre réversible qui accompagnent celle-ci : équilibre établi par mes recherches sur les actions réciproques des carbures d'hydrogène entre eux et avec l'hydrogène.

» Voici deux autres expériences analogues, effectuées à une température un peu plus élevée, mais de durée beaucoup plus courte (dix minutes), dans le but de comparer les réactions que l'acétylène exerce sur le propylène et sur son isomère, le triméthylène, les conditions des expériences étant rendues aussi semblables que possible.

	$50^{v}\ C^2H^2 + 50^{v}\ C^3H^6$ propylène.	$50^{v}\ C^2H^2 + 50^{v}\ C^3H^6$ triméthylène.
Contraction	19^{v}	18^{v}
C^2H^2 restant	34	33
C^3H^6 restant	34	33
C^5H^8 gazeux	8	10
CH^4 ou équivalent	5	6
	81	82

» On voit que les deux carbures isomères se sont comportés sensiblement de la même façon ; probablement parce que le triméthylène se changerait d'abord en propylène, avant d'entrer en combinaison. Ce changement a lieu, en effet, d'après mes expériences, sous la seule influence d'une température voisine du rouge sombre. La réaction n'avait d'ailleurs atteint que la moitié du degré d'avancement réalisé dans la première expérience : ce qui résulte à la fois d'une température plus élevée et d'une vitesse initiale plus grande avec les corps purs, la formation des produits de la réaction amenant un ralentissement progressif.

» J'ai fait quelques expériences dans le même ordre d'idées avec d'autres carbures d'hydrogène ; je vais les résumer brièvement.

» 1. En opérant avec un mélange à volumes égaux d'*allylène* et d'*éthylène*, $C^3H^4 + C^2H^4$, mélange équivalent à celui d'acétylène et de propylène,

on observe également une réaction, mais plus lente qu'avec le précédent. Il se condense encore un liquide dans la partie froide de la cloche; il n'y a d'ailleurs ni charbon, ni goudron dans la partie chauffée, du moins lorsqu'on se maintient avec soin au-dessous du rouge. La contraction s'élevait à 29 centièmes.

C^3H^4 restant (par Cu Cl ammoniacal)	32
C^2H^4 restant (par Br)	30
C^5H^8(?) par SO^4H^2	4
Gaz restant	5

» Le carbure volatil, demeuré sous forme liquide dans la cloche, ne s'est volatilisé dans l'air qu'en proportion trop faible pour comporter une analyse eudiométrique rigoureuse : ce qui n'a pas permis d'en préciser la formule. C'était probablement un allyléthylène, isomère avec l'acétylpropylène. Il était mêlé en majeure partie avec un carbure doué d'une tension beaucoup plus faible.

» 2. Le mélange d'*allylène* et d'*acétylène*, à volumes égaux,

$$C^3H^4 + C^2H^2,$$

chauffé de même, a réagi, au contraire, beaucoup plus vite et moins régulièrement. Au bout d'une demi-heure la contraction s'élevait à 60 centièmes. Il s'est formé en abondance des goudrons noirs et épais, presque fixes, et un liquide riche en benzine.

» 3. Par opposition, un mélange de *propylène* et d'*éthylène*, $C^3H^6 + C^2H^4$, à volumes égaux, chauffé de même pendant une heure et demie, réagit à peine. La contraction a été trouvée seulement de 10 centièmes. Le gaz restant était formé principalement de propylène et d'éthylène, à volumes égaux. Il s'était condensé une trace de liquide, dont la vaporisation a accru seulement de 1,5 centième le volume de l'air ajouté dans la cloche, après évacuation des gaz. Ces résultats montrent la stabilité relative de l'éthylène et du propylène.

» Il résulte de ces observations que l'acétylène et le propylène s'unissent à volumes égaux, de façon à constituer un carbure complexe C^5H^8, obtenu ainsi par synthèse totale, comme ses générateurs. L'allylène et l'éthylène réagissent également, probablement avec formation d'un carbure isomère. La théorie indique, d'ailleurs, l'existence d'un certain nombre de carbures de la même formule et c'est à la polymérisation de ces

carbures, et, sans doute, aussi à leurs combinaisons réciproques, qu'il paraît nécessaire de recourir pour expliquer les isoméries des carbures camphéniques et terpiléniques, et pour réaliser la synthèse totale de ces carbures et de leurs dérivés. J'ai effectué precédemment la synthèse de l'alcool campholique (bornéol) et celle du camphre ordinaire, au moyen des camphènes; dès lors, tout est ramené au problème de la synthèse totale de ces derniers carbures. »

TÉLÉGRAPHIE. — *Remarques sur ma dernière Communication relative aux lignes télégraphiques ou téléphoniques établies sur la neige au mont Blanc;* par M. **J. Janssen**.

« A propos de la lettre de M. Ricco, directeur de l'observatoire de Catane et de l'Etna, et des conseils que j'avais été amené à lui donner, M. Brunhes, directeur de l'observatoire du puy de Dôme, a communiqué à l'Académie une Note dans laquelle il rappelle des essais faits à son observatoire avec des fils nus posés sur la neige pour raccorder des lignes aériennes interrompues. M. Brunhes veut bien courtoisement reconnaître que ces essais ne pouvaient préjuger le succès d'une ligne très étendue, comme celle qui a fonctionné au mont Blanc sur une longueur de près de 10^{km}.

» En communiquant la lettre de M. Ricco, je n'avais pour but que d'attirer l'attention sur cette pratique si simple, et non de faire l'historique de la question.

» Je connaissais en effet les essais de communications télégraphiques ou téléphoniques par fils nus posés sur la neige, avant les expériences et l'installation de la ligne du mont Blanc. Par exemple, les études théoriques de M. Lagarde, insérées dans les *Annales télégraphiques*, année 1879 (p. 130); les expériences très intéressantes de M. le Directeur du matériel au Ministère des Postes et Télégraphes, qui pendant l'hiver de 1881-1882 put rétablir sur une longueur de plus de 1^{km} les communications d'une ligne dont les poteaux avaient été renversés par un ouragan, en faisant simplement poser les fils sur le sol couvert de neige. Il paraît même que cette pratique si simple a été employée par les Russes pendant leur dernière guerre avec les Turcs.

» Il ne pouvait donc être question pour nous de prétendre inaugurer cette

pratique, mais le service que nous avons peut-être rendu, service auquel je me plais à associer, avec le nom de M. Lespieau, celui du regretté M. Cauro dont le dévouement à la Science lui coûta la vie, ce service, dis-je, a été de constater qu'une ligne établie dans ces conditions peut fonctionner sur une longueur de près de 10^{km} sans affaiblissement appréciable et, ce qu'il faut bien remarquer, malgré la fusion superficielle de la neige ou de la glace.

» A cette expérience, exécutée ainsi en grand, l'Administration des Télégraphes, qui nous avait communiqué les faits dont je viens de parler, attachait une telle importance, qu'elle nous a prêté généreusement les fils et les instruments nécessaires à sa réalisation, et j'ai reçu les témoignages du prix particulier qu'elle a attaché à notre succès.

» C'est la publication et l'intérêt qui s'attachent naturellement aux expériences qui se font au mont Blanc qui ont attiré l'attention sur ce mode si simple de télégraphie. Et c'est ainsi que M. Ricco a été amené à nous consulter sur son application au rétablissement de ses communications pendant l'hiver. Mais, je le répète, je connaissais les faits isolés et encourageants qui se rapportent à l'isolement des fils par la neige, et nous ne revendiquons que l'application en grand et la constatation que les communications ainsi établies ont lieu alors même que le relèvement de la température amène la fusion partielle de la neige ou de la glace à leur surface. »

MÉCANIQUE. — *Sur les ondes du second ordre par rapport aux vitesses, que peut présenter un fluide visqueux.* Note de M. **P. Duhem**.

« I. Dans une première Note sur ce sujet (1), nous sommes arrivés à ce résultat que l'on aurait, en tout point d'une telle onde [égalités (6) de la Note citée],

$$(1)\qquad \frac{\partial^2 U}{\partial x\,\partial t} = 0, \qquad \frac{\partial^2 V}{\partial y\,\partial t} = 0, \qquad \frac{\partial^2 W}{\partial z\,\partial t} = 0.$$

» Considérons la première des égalités (1). Pourvu seulement que a ne

(1) *De la propagation des ondes dans les fluides visqueux* (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 393; 13 février 1901).

soit pas infini, on peut écrire

$$a\frac{\partial^2 U}{\partial x\,\partial t} = \alpha\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}, \qquad \beta\frac{\partial^2 U}{\partial x\,\partial t} = \alpha\frac{\partial^2 U}{\partial y\,\partial t}, \qquad \gamma\frac{\partial^2 U}{\partial x\,\partial t} = \alpha\frac{\partial^2 U}{\partial z\,\partial t}.$$

» On peut toujours choisir l'axe des x de telle manière que α soit différent de o; on a alors

$$(2) \qquad \frac{\partial^2 U}{\partial x\,\partial t} = 0, \qquad \frac{\partial^2 U}{\partial y\,\partial t} = 0, \qquad \frac{\partial^2 U}{\partial z\,\partial t} = 0, \qquad \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = 0.$$

» L'onde considérée est donc du second ordre par rapport à la fonction $\frac{\partial u}{\partial t}$. En différentiant par rapport à t les équations du mouvement du fluide et en reprenant la même démonstration, on trouverait qu'elle est du second ordre par rapport à $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$, et ainsi de suite. Donc, sur l'onde S, les fonctions u_1, $\frac{\partial u_1}{\partial x}$, $\frac{\partial u_1}{\partial y}$, $\frac{\partial u_1}{\partial z}$ seraient respectivement égales aux fonctions u_2, $\frac{\partial u_2}{\partial x}$, $\frac{\partial v_2}{\partial y}$, $\frac{\partial w_2}{\partial z}$, *et il en serait de même de leurs dérivées de tous les ordres par rapport à* t.

» II. Si l'on supposait la vitesse de propagation a non seulement finie, mais encore différente de o, on pourrait pousser plus loin. Les égalités

$$a\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \alpha\frac{\partial^2 U}{\partial x\,\partial t}, \qquad a\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = \beta\frac{\partial^2 U}{\partial y\,\partial t}, \qquad a\frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = \gamma\frac{\partial^2 U}{\partial z\,\partial t},$$

$$(3) \qquad \gamma\frac{\partial^2 U}{\partial y\,\partial z} = \beta\frac{\partial^2 U}{\partial z^2}, \qquad \alpha\frac{\partial^2 U}{\partial z\,\partial x} = \gamma\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \qquad \beta\frac{\partial^2 U}{\partial x\,\partial y} = \alpha\frac{\partial^2 U}{\partial y^2},$$

donneraient, dans ce cas,

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad \frac{\partial^2 U}{\partial y^2}, \quad \frac{\partial^2 U}{\partial z^2}, \quad \frac{\partial^2 U}{\partial y\,\partial z}, \quad \frac{\partial^2 U}{\partial z\,\partial x}, \quad \frac{\partial^2 U}{\partial x\,\partial y} = 0.$$

» Les fonctions u_1, v_1, w_1 seraient égales respectivement, sur l'onde S, aux fonctions u_2, v_2, w_2, et il en serait de même de toutes leurs dérivées partielles des deux premiers ordres.

» En différentiant les équations du mouvement par rapport à x ou à y, ou à z, ou à t, et en recommençant la démonstration, on étendrait ce théorème aux dérivées partielles du troisième ordre, et ainsi de suite.

» *Il ne peut donc se produire, dans un fluide visqueux, une onde qui serait d'ordre* 2 *par rapport aux vitesses et qui se propagerait avec une vitesse finie et différente de* o.

» On étendrait sans peine ce résultat aux ondes d'ordre supérieur à 2.

» III. Ce théorème ne s'applique pas au cas où a serait nul, c'est-à-dire au *cas où l'onde* S *demeurerait immobile dans l'espace*. Le théorème d'Hugoniot n'exclut pas l'existence de semblables ondes immobiles, le long desquelles u_1, v_1, w_1 et leurs dérivées partielles du premier ordre seraient constamment égales à u_2, v_2, w_2 et à leurs dérivées partielles du premier ordre. Si une telle onde existe dans l'état initial du fluide, elle persistera sans cesse au même endroit.

» IV. Les égalités, toujours vérifiées,

$$\beta^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \alpha^2 \frac{\partial^2 U}{\partial y^2}, \qquad \gamma^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \alpha^2 \frac{\partial^2 U}{\partial z^2}$$

donnent

$$\Delta U = \frac{1}{\alpha^2} \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \frac{1}{\beta^2} \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = \frac{1}{\gamma^2} \frac{\partial^2 U}{\partial z^2}. \tag{4}$$

» Or, pour un fluide incompressible, où $\theta = 0$, l'égalité (3) de notre précédente Note donne $\mu(\rho, T)\Delta U = 0$ ou $\Delta U = 0$, c'est-à-dire, selon les égalités (4),

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = 0, \qquad \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0, \qquad \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 0$$

et selon les égalités (3),

$$\frac{\partial^2 U}{\partial y\, \partial z} = 0, \qquad \frac{\partial^2 U}{\partial z\, \partial x} = 0, \qquad \frac{\partial^2 U}{\partial x\, \partial y} = 0.$$

» On voit alors que *les ondes immobiles dont il est question au* n° III *ne peuvent exister en un fluide incompressible visqueux*.

» V. *Ces ondes sont également impossibles, si, à tout instant t, les deux mouvements* 1 *et* 2 *sont des mouvements à potentiel des vitesses*.

» Soient en effet φ_1, φ_2, les deux potentiels; posons $\varphi_1 - \varphi_2 = \Phi$. On a, à tout instant,

$$\frac{\partial \theta}{\partial x} = \Delta U = -\frac{\partial}{\partial x} \Delta \Phi.$$

» L'égalité (3) de la Note précédente donne alors

$$[\lambda(\rho, T) + 2\mu(\rho, T)]\Delta U = 0 \qquad \text{ou} \qquad \Delta U = 0$$

et la démonstration s'achève comme dans le cas précédent.

» VI. Tout petit mouvement d'un fluide visqueux se décomposant en un

mouvement incompressible et un mouvement sans potentiel des vitesses, on voit que ce petit mouvement n'admettra pas d'onde du second ordre par rapport aux vitesses, ce que nous avons démontré directement par l'étude de l'équation aux rotations et de l'équation aux dilatations.

» VII. L'équation (3) de notre précédente Note, de laquelle se déduisent tous ces résultats, est susceptible d'une interprétation très simple. Plaçons l'axe des x suivant la normale à la surface, de telle sorte que $\alpha = 1$, $\beta = 0$, $\gamma = 0$. Les égalités (3) et (4) de la précédente Note et les égalités analogues relatives aux fonctions V et W donnent

$$\Delta U = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \qquad \frac{\partial \Theta}{\partial x} = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2},$$

en sorte que l'équation en question devient

$$[\lambda(\rho, T) + 2\mu(\rho, T)] \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = 0, \qquad \text{ou} \qquad \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = 0.$$

» D'autre part, à une distance infiniment petite ε de la surface S, la vitesse (u_1, v_1, w_1) s'obtient en composant avec la vitesse (u_2, v_2, w_2) un vecteur infiniment petit du second ordre dont les composantes sont, moyennant notre choix particulier d'axes, $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}\varepsilon^2$, $\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}\varepsilon^2$, $\frac{\partial^2 W}{\partial x^2}\varepsilon^2$. *Ce vecteur est parallèle au plan tangent à l'onde.*

» On peut donc dire que, s'il existe dans un fluide visqueux une onde immobile, du second ordre par rapport aux vitesses, au voisinage de l'onde, la différence géométrique des deux vitesses est un vecteur transversal. »

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Maltosurie chez certains diabétiques.* Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

« Outre le glucose, on a parfois décelé, dans l'urine des diabétiques, des pentoses et de petites quantités de sucre déviant à gauche. D'après nos recherches, poursuivies depuis plusieurs mois, on peut y rencontrer du maltose [1].

---

(1) Le Nobel et v. Ackeren ont signalé, il y a plusieurs années, une *très légère* maltosurie chez deux malades. L'un était atteint de cancer de l'estomac avec métastases dans le pancréas et l'autre présentait des selles graisseuses.

» Nous observons en ce moment à l'Hôtel-Dieu de Lyon une femme d'une quarantaine d'années, atteinte de diabète grave. Voici les résultats de l'analyse de son urine, au point de vue du sucre :

Urine du 4 mars, déféquée avec l'acétate de plomb, par litre :

Sucre (dosé comme glucose) au polarimètre	63
Sucre (dosé comme glucose) par le titrage avec la liqueur de Fehling	58,15

» Après chauffage pendant deux heures avec HCl à la température de 100° C. [1] :

Sucre au polarimètre	55,8
Sucre au titrage	60,28

Urine du 5 mars (déféquée) :

Sucre au polarimètre	59,4
Sucre au titrage	51

» Après chauffage comme ci-dessus :

Sucre au polarimètre	54
Sucre au titrage	53,1

» Ainsi, après le chauffage, le chiffre indiqué par le polarimètre *diminue,* tandis qu'*augmente* celui qui est accusé par la réduction de la liqueur cuivrique. C'est précisément ce que produit, comme on sait, l'hydrolysation du maltose. Nous avons, dans 1^{lit} d'urine normale ne renfermant pas de sucre, introduit des quantités exactement pesées de maltose (10^{gr}) et de glucose (40^{gr}) et nous avons opéré comme précédemment. Voici nos résultats :

Urine après addition de maltose et de glucose, déféquée, par litre :

Sucre au polarimètre	63
Sucre par le titrage	31,64

» Après chauffage avec HCl :

Sucre au polarimètre	40,5
Sucre par le titrage	35,21

---

(1) Il est nécessaire de ne faire l'hydrolysation qu'après que l'urine a été déféquée. Autrement on a une perte de sucre assez considérable.

» En calculant les quantités de maltose et de glucose au moyen d'une formule que nous indiquerons, nous trouvons :

Maltose 10,3

c'est-à-dire presque exactement la quantité introduite et déterminée par pesée.

» En calculant de même pour l'urine de la femme nous trouvons :

Urine du 5 mars : maltose	2,78
Urine du 6 mars : »	1,93

» Chez un chien à qui nous avons complètement enlevé le pancréas, le 4 février, et que nous maintenons en vie grâce à une alimentation carnée très copieuse, nous observons aussi, certains jours, notamment après qu'il a mangé de la soupe, que le chiffre du sucre au polarimètre est plus élevé qu'avec le titrage, et qu'après chauffage, en présence d'H Cl, les résultats sont de sens inverse :

Urine du 11 février (*après viande maigre*) (*déféquée*), par litre :

Sucre au polarimètre	99,5
Sucre par le titrage	88,3

» Après chauffage en présence de H Cl :

Sucre au polarimètre	94,5
Sucre par le titrage	92,5

Urine du 6 *mars* (*après viande maigre et soupe*) (*déféquée*), par litre :

Sucre au polarimètre	62
Sucre par le titrage	55,5

» Après chauffage en présence de H Cl :

Sucre au polarimètre	54
Sucre par le titrage	58,5

» Ce qui nous donne par le calcul :

Urine du 11 février : maltose	1,91
Urine du 6 mars. »	3,06

» Chez une douzaine de chiens privés de pancréas et que nous n'avons pu garder que peu de temps en vie, nous avons parfois constaté, transitoirement, la présence de maltose mélangé au glucose. Nous n'en avons pas trouvé dans l'urine de chiens après l'administration de la phloridzine.

» Nous avons aussi réussi à doser le maltose, par différence, en em-

ployant le liquide de Barfoed. Nous nous proposons de donner ultérieurement quelques détails à cet égard. »

M. **Edmond Perrier**, en offrant à l'Académie le sixième Volume des « Expéditions scientifiques du *Travailleur* et du *Talisman* », s'exprime ainsi :

« C'est avec un serrement de cœur que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie le sixième Volume des « Expéditions scientifiques du *Travailleur* et du *Talisman* », expéditions qui furent si magistralement organisées et conduites par M. Alphonse Milne-Edwards. Ce sixième Volume traite, en effet, des Crustacés décapodes, et c'est la part que s'était réservée notre éminent et regretté chef de mission ; il n'aura pas vu paraître ce Volume, qui lui était particulièrement cher. On sait avec quel bonheur, dès sa jeunesse, alors qu'il n'était encore qu'aide-naturaliste de son père au Muséum, Alph. Milne-Edwards s'était livré à l'étude si difficile et si délicate des innombrables Crustacés brachyures, que tout le monde connaît sous le nom vulgaire de *Crabes*. Son œuvre nouvelle promettait d'être des plus fécondes; elle nous a été heureusement conservée. Alphonse Milne-Edwards s'était, en effet, assuré la collaboration de l'un de nos collègues les plus distingués du Muséum, M. le professeur Bouvier ; il en avait fait, pour ainsi dire, le dépositaire de sa propre science, et c'est leur œuvre commune que je dépose sur le bureau de l'Académie. On croyait autrefois que les Crustacés décapodes formaient une série linéaire dont les trois termes étaient les Macroures, les Anomoures et les Brachyoures. Parmi les données définitivement assises dans ce nouveau travail se trouve la preuve que les Lithodes sont apparentées aux Anomoures et non pas aux Brachyoures, comme on l'a cru longtemps, et surtout que les Brachyoures et les Anomoures forment deux séries divergentes ayant pour origine commune les Homaridæ. Un Volume spécial en voie de préparation sera consacré aux Crustacés macroures. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. le général *Alexis de Tillo*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. A. Normand	obtient. . . .	32 suffrages
M. Savorgnan de Brazza	»	7 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **A. Normand**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

CORRESPONDANCE.

M. **le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume de M. *E. Gautrelet*, intitulé : « Spectroscopie critique des pigments urinaires normaux » ;

2° Un Volume de M. *A. Guépin*, intitulé : « L'hypertrophie de la prostate » ;

3° Les « Travaux du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble », 1899-1900 ; t. V, 2e et 3e fasc. (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

M. **G. Darboux**, en annonçant à l'Académie la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. *Th. Moutard*, s'exprime comme il suit :

« L'Académie apprendra avec le plus vif regret la mort d'un géomètre des plus distingués, M. Théodore Moutard, Inspecteur général des Mines, ancien examinateur des élèves à l'École Polytechnique. La carrière de M. Moutard est bien connue de la plupart de nos confrères, qui ont été ses collègues, ses camarades ou ses amis. Au sortir de l'École Polytechnique, sacrifiant à ses convictions les espérances du brillant avenir que lui présageait son entrée à l'École des Mines, il avait refusé de prêter serment à l'Empire et il avait demandé à l'enseignement libre les moyens d'existence qui lui devenaient nécessaires. En retraçant ici même, il y a quelques années, la vie de Paul Serret, je rappelais tout ce que cet enseignement devait à d'anciens élèves de nos grandes Écoles, quelle importance il recevait, il y a cinquante ans, du concours d'hommes tels que Joseph Bertrand, Ossian Bonnet, J.-Alfred Serret, Catalan et bien d'autres que j'oublie en ce moment.

» Par l'éclat de ses leçons, Moutard se plaça sans effort à côté de ces hommes de premier rang. Lorsque j'arrivai à Paris, vers 1861, la réputation qu'il s'était acquise, comme professeur à Sainte-Barbe et dans d'autres établissements, lui avait assuré une situation prépondérante. Il suffisait de causer quelques instants avec lui pour reconnaître toutes les qualités auxquelles il devait ses succès : la netteté de son esprit, la précision de sa parole, l'autorité de son geste, tout en lui indiquait l'homme né pour l'enseignement. Aussi, lorsque, en 1870, Moutard reprit sa place dans les *Mines*, on ne tarda pas à lui attribuer les positions dans l'enseignement réservées par ce Corps illustre à ceux de ses Membres qui se sont plus spécialement voués aux recherches théoriques. La seconde partie de sa carrière s'est donc écoulée au milieu de ses camarades et de ses collègues; il s'est éteint entouré du respect et de l'affection de tous.

» Les travaux originaux de Moutard sont consacrés aux Sciences mathématiques. Ils sont en petit nombre; mais ils ont tous le plus haut intérêt : Moutard était de ceux qui ne parlent que lorsqu'ils ont quelque chose à dire. Sous ce rapport et sous bien d'autres, il a laissé un exemple qui mériterait d'être plus souvent imité.

» Ses premières et plus anciennes recherches ont constitué la théorie des surfaces anallagmatiques, et plus particulièrement celle des anallagmatiques de quatrième ordre ou *cyclides générales*, dans laquelle, simple débutant, j'eus le grand honneur de me rencontrer avec lui. Cette théorie de Moutard a été beaucoup étudiée et a donné naissance à de nombreuses recherches, entreprises par Laguerre, Ribaucour, par MM. Mannheim et G. Humbert.

» Je citerai ensuite un Mémoire sur les équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes, dans lequel Moutard se pose un problème bien limité, et fort important, dont il donne la complète solution. Ce travail a eu l'honneur, très envié et rarement accordé, d'un rapport fait à l'Académie par M. Joseph Bertrand.

» Le manuscrit original, présenté par Moutard à l'Académie, a été brûlé en 1871 chez M. Bertrand, dans les incendies de la Commune; mais Moutard a reconstitué la partie la plus élégante de ses recherches dans le *Journal de l'École Polytechnique;* et, dans une des Notes qui terminent mes *Leçons sur la théorie générale des surfaces*, un jeune professeur de Faculté, M. E. Cosserat, a rétabli tout le reste du Mémoire. Toutes ces découvertes analytiques de M. Moutard ont eu et auront encore de nombreuses applications en Géométrie.

» Même dans ce résumé si rapide, je me reprocherais de ne pas mentionner les Notes que Moutard avait ajoutées aux *Applications d'Analyse et de Géométrie* de son illustre ami Poncelet. Dans une d'elles, Moutard reprend d'une manière magistrale toute la théorie des fonctions elliptiques pour la rattacher à la démonstration des célèbres théorèmes de Poncelet sur les polygones inscrits et circonscrits. Cette étude ingénieuse et originale était, au jugement d'Halphen, la meilleure et la plus profonde qui ait été écrite sur ce beau sujet.

» Tous les travaux que je viens de rappeler étaient tenus en haute estime par les géomètres. Ils auraient assuré à Moutard une place parmi nous; mais Moutard était modeste et, malgré sa grande valeur, il n'a jamais songé à solliciter nos suffrages. S'il a figuré quelquefois sur nos listes, c'est que la Section de Géométrie tenait à lui donner le témoignage auquel il avait droit. Une des dernières joies de M. J. Bertrand a été la nomination de la Commission qui devait attribuer à Moutard le prix Petit d'Ormoy, la plus haute récompense dont l'Académie dispose en faveur des géomètres.

» On doit regretter que la vie de Moutard n'ait pu s'écouler, laborieuse et paisible, dans une de ces chaires de l'Enseignement supérieur pour lesquelles il était né. Il aurait ajouté de nombreux, d'excellents travaux à ceux qu'il a publiés, à ceux qu'il a gardés pour lui, malgré les vives instances que je lui adressais quelquefois. »

ASTRONOMIE. — *Sur la variabilité de la planète Éros, d'après des clichés obtenus à l'observatoire de Toulouse.* Note de M. L. MONTANGERAND, présentée par M. M. Lœwy.

« Dans une Note communiquée à l'Académie dans sa dernière séance, j'ai dit que des recherches photographiques ont été entreprises à Toulouse, à l'Instrument de la Carte du Ciel, au sujet de la variabilité d'Éros. Un cliché obtenu le 8 mars, à la faveur d'une belle soirée, confirme mes premiers résultats.

» Un premier essai, effectué le 16 février, montrait nettement la réalité des variations d'éclat d'Éros et donnait comme demi-période de la variabilité, d'un maximum au minimum suivant, une durée supérieure à une heure.

» Une seconde expérience, exécutée le 23 février, par un très beau ciel, après une série de nuits brumeuses, permet de fixer la valeur de la période. Sur une même plaque, 9 poses ont été obtenues de $7^h 18^m$ à $10^h 8^m$ (t. m. de Toulouse). Ces poses ont

duré dix minutes, chacune, avec des intervalles égaux consacrés aux comparaisons visuelles de la planète aux étoiles voisines.

» Sur ce cliché, les traînées, longues de $0^{mm},4$ environ, sont très régulières et d'intensité graduelle.

» Cette intensité croît du commencement jusqu'aux $\frac{4}{10}$ de la quatrième traînée en un point qui correspond à 8^h22^m; c'est le moment du maximum d'éclat. Puis l'intensité décroît jusque vers l'extrémité antérieure de la traînée VIII, à 9^h38^m, pour augmenter ensuite jusqu'à la fin. Le retour à l'éclat initial 7^h18^m se trouve sur le trait IX à l'extrémité antérieure, à 9^h58^m. L'épreuve que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie montre clairement, malgré son infériorité au cliché original, les variations lumineuses de la planète.

» Voici maintenant les résultats des observations visuelles comparatives d'Éros et des étoiles voisines qui sont :

BD + 16°	N° 712	Grandeur d'après BD	9,4
+ 16	719	»	9,5
+ 16	720	»	9,3

» A 7^h13^m, avant le commencement du cliché, Éros est plus faible qu'une 10°. Puis l'éclat augmente, pour diminuer et reprendre ensuite sa croissance; il repasse à sa valeur initiale au moment observé 9^h49^m. Le maximum et le minimum ont eu lieu pendant que l'œil était occupé à guider l'instrument sur l'étoile choisie.

» Comparons les résultats photographiques et visuels :

	Cliché.	Observation.
	h m	h m
Commencement	7.18	7.13
Maximum	8.22	»
Minimum	9.38	»
Retour à l'éclat initial	9.58	9.49
Période	2.40	2.36

» L'accord entre ces résultats est très satisfaisant, si l'on remarque qu'une erreur de deux ou trois minutes est possible dans les mesures du cliché. On voit aussi que *les deux demi-périodes sont inégales;* ainsi, la demi-période de décroissance est, non 1^h20^m, mais 1^h16^m.

» Le cliché obtenu le 8 mars, après une série de mauvais temps, présente dix-sept traînées provenant de poses de cinq minutes, et très nettes. L'intensité diminue, pour croître et diminuer à nouveau. Les poses se succèdent de cinq minutes en cinq minutes, commençant à 7^h55^m et finissant à 10^h40^m. Dans l'intervalle, des comparaisons visuelles d'Éros ont été faites avec une étoile voisine qui n'est pas dans BD et qui doit être une 9,6. Voici les résultats comparatifs donnés par e cliché et l'observation :

	Cliché.	Observation.
	h	h m
Commencement	7.55	7.52
Minimum	8.37	8.40
Maximum	10. 0	10. 2
Retour à l'état initial	10.33	10.31
Période	2.38	2.39
Demi-période de croissance	1.23	1.22
Donc, demi-période de décroissance	1.15	1.17

» La concordance de ces résultats avec ceux du 23 février est très grande.

» En dehors de ces mesures, trois observations de maxima d'Éros ont été faites visuellement :

Le 23 février, à	8^h30^m	(t. m. de Toulouse)	environ.
25 »	7.35		»
27 »	6.57		»

» Ces observations, déjà publiées aux *Comptes rendus* du 4 mars, donnaient pour la période de variabilité des durées inexactes. On admettait, en effet, par une interprétation erronée, qu'il y avait 10 périodes environ dans un jour, tandis que les nombres précédents, voisins de

$$2^h40^m = \frac{24^h}{9},$$

montrent qu'il n'y en a que 9. En adoptant ce nombre 9, les observations du 23 au 25 et du 25 au 27 donnent respectivement 2^h37^m et 2^h38^m, résultats qui corroborent ceux tirés des mesures photographiques.

» *En résumé,* la période de variabilité de la planète Éros paraît être voisine de $2^h38^m = 2^h,63$.

» Il est intéressant de rapprocher cette valeur de celle qui a été donnée par M. le Prof. F. Deichmüller, de Bonn, dans les *Astronomische Nachrichten*, n° 3693, $2^h,61$.

» Quant aux écarts de grandeur de la planète, entre un maximum et un minimum, les observations des 23, 25 et 27 février donnent au moins $1^{gr},5$. Dans le cliché du 8 mars, on constate nettement un écart moins grand que sur le cliché du 23 février, dans l'intensité des diverses traînées, ce qui montre que la variabilité d'Éros présente une plus faible amplitude. Il y aura lieu de contrôler ce point, comme de voir si deux maxima consécutifs sont égaux. »

ASTRONOMIE. — *Note relative à la Communication de M.* Montangerand; par M. **Baillaud.**

« La comparaison des observations de M. Montangerand entre elles et à d'autres observations, notamment à celles de M. Deichmüller, ne laisse guère de doute sur la durée de la période : M. Montangerand m'avait communiqué dès le dimanche 3 mars, en me priant d'en faire part à l'Académie, le résultat, $2^h 40^m$ environ, qu'il déduisait de son premier cliché. Le temps me manquant absolument pour une vérification quelconque, j'estimai qu'il valait mieux attendre que d'autres clichés vinssent confirmer le résultat. J'ai donc seul la responsabilité d'un retard de la publication. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Détails complémentaires sur la nouvelle étoile de Persée.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Janssen.

« Cette Note est la suite d'une Note parue dans le numéro précédent des *Comptes rendus* (t. CXXXII, p. 535). Depuis l'impression de cette première Note, la nouvelle étoile a été observée un certain nombre de fois, en particulier les 3, 5, 6, 8 mars, mais dans des conditions peu favorables, le temps ayant été toujours plus ou moins mauvais.

» Dans cette période, elle a décru et varié constamment. Nettement jaune orangé le 3, elle était franchement rouge le 8 mars. Sa grandeur, estimée à 2,4 le 3 mars, était descendue le 8 à 3,1 (¹).

» Les 3, 5 et 6 mars, on a obtenu une épreuve du spectre de l'étoile dans le jaune et le vert avec la grande lunette de $0^m,84$.

» Le 8 mars, on a fait deux épreuves spectrales dans le bleu et le violet avec la lunette photographique de $0^m,60$. Les poses ont été relativement courtes à cause du mauvais temps.

» Si l'on compare ces épreuves à celles des 26 et 28 février, le spectre, les variations d'intensité étant mises à part, a toujours à peu près le même aspect, et est toujours caractérisé par les raies-bandes brillantes de l'hydrogène, un peu moins larges cependant, autant que l'on peut juger sur des épreuves obtenues dans des conditions différentes. A ces larges raies brillantes, déplacées dans leur ensemble vers le rouge, sont toujours accolées de larges raies noires fortement déplacées vers le violet et qui se détachent sur un spectre continu relativement faible.

(¹) Comme l'étoile n'a pas la même couleur que les étoiles voisines de comparaison, l'estimation de sa grandeur est difficile.

» De plus, on relève les particularités suivantes : les épreuves des 26 et 28 montrent au milieu des larges raies-bandes brillantes de l'hydrogène deux raies noires, déjà signalées dans ma Note précédente, et même une troisième raie noire à peine visible. Or, sur l'épreuve du 5 mars, la troisième raie est certaine; sur l'épreuve du 6 mars, on peut distinguer quatre raies noires; de même sur celle du 8 mars, les raies étant d'ailleurs notablement plus fines et ayant mieux l'aspect de raies de renversement.

» Si l'on compare ces raies noires de la bande brillante à la raie terrestre de comparaison, une seule, la plus nette, est déplacée vers le violet; les autres sont déplacées fortement vers le rouge.

» Le relevé précis de ces raies noires, qui paraissent varier d'une épreuve à l'autre, sera publié ultérieurement. Leurs déplacements correspondent d'ailleurs à des vitesses de centaines de kilomètres (voir la Note précédente).

» *Addition.* — La large raie-bande noire qui est juxtaposée, du côté du violet, à la large raie-bande brillante ne se montre nettement que sur les épreuves d'une pose un peu longue; son déplacement vers le violet correspond à une vitesse de rapprochement exprimée par des centaines de kilomètres. Mais la mesure de ce déplacement n'a pas été donnée jusqu'à présent, parce qu'elle est incertaine, à cause de la largeur de la bande et du manque de netteté des bords; de plus elle ne correspond pas vraisemblablement à une vitesse réelle; car la raie-bande noire doit être masquée en partie par la raie-bande brillante.

» Or, sur l'épreuve du 8 mars, on soupçonne des divisions dans la raie-bande noire ; et sur une dernière épreuve obtenue le 12 mars ces divisions sont très nettes. Il est vrai que cette dernière épreuve a été favorisée par un beau ciel, et que la pose a été portée à une heure et demie, la dispersion employée étant d'ailleurs celle des épreuves précédentes. Or cette épreuve montre dans la large raie-bande noire trois raies brillantes assez nettes et une quatrième que l'on soupçonne. Les déplacements de ces raies brillantes de la bande noire sont considérables et les vitesses de rapprochement s'élèvent approximativement à -1200^{km}, -1600^{km}, -1850^{km} par seconde.

» L'étoile nouvelle de Persée devient donc de plus en plus semblable à la nouvelle étoile précédente du Cocher (année 1893), qui offrait aussi de pareilles divisions dans les raies brillantes et noires juxtaposées. Avec la nouvelle de Persée, les raies brillantes et noires sont seulement plus larges, les divisions de ces raies plus nombreuses et les vitesses de rapprochement et d'éloignement plus grandes.

» Dans ces conditions, il semble difficile de maintenir l'idée émise dans

ma Note précédente, et d'expliquer ce phénomène singulier avec un astre unique qui serait le siège de volcans gigantesques. Il paraît nécessaire d'admettre l'existence de deux astres au moins, dont l'un est peut-être une nébuleuse, et qui s'approcheraient l'un de l'autre avec une énorme vitesse. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brünner de* $0^m,16$), *pendant le quatrième trimestre de* 1900. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants, dont l'explication a été donnée page 980 du Tome CXXXI des *Comptes rendus :*

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Octobre 1900. — 0,29			
8-12	5	7,0	— 5		88
6	1	8,2	— 1		2
16-27	9	22,2	— 5		66
17-27	8	22,7	— 6		201
24	1	28,0	— 6		2
	24 j.		— 5°,9	»	

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Novembre 1900. — 0,50			
27-5	5	2,3	— 5		10
16-23	3	18,1		+ 9	20
16-22	2	18,8		+ 11	9
13-16	3	18,4	— 7		12
3	1	30,1		+ 1	4
	14 j.		— 6°,0	+ 5°,5	
		Décembre 1900. — 0,87			
26	1	26,3		+ 2,5	22
	15 j.		»	+ 2°,5	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1900.	Sud. 90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre...	»	»	»	»	4	4	»	»	»	»	»	»	4	359
Novembre.	»	»	»	»	2	2	2	2	»	»	»	»	4	55
Décembre.	»	»	»	»	»	»	1	1	»	»	»	»	1	22
Totaux..	»	»	»	»	6	6	3	3	»	»	»	»	9	436

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1900.	Sud. 90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre....	2	»	»	»	3	5	3	1	»	»	»	2	8	4,6
Novembre..	1	»	»	»	5	6	7	4	1	»	»	2	13	7,0
Décembre..	1	»	»	1	3	5	3	»	2	»	»	1	8	3,1
Totaux...	4	»	»	1	11	16	13	5	3	»	»	5	29	14,7

» Il en résulte les faits suivants :

» *Taches.* — Malgré un nombre de groupes moindre, la surface totale est plus forte que celle notée dans le troisième trimestre; on a, en effet, 9 groupes et une surface de 436 millionièmes au lieu de 15 groupes et 242 millionièmes.

» Cette augmentation de la surface est due à un groupe relativement important et accompagné de belles facules [1], qui a traversé le disque solaire du 16 au 27 octobre, à la latitude moyenne de −6°, en subissant des transformations qui appartiennent, en général, à une période plus active de ces phénomènes.

» Quant à la diminution des groupes, elle se reporte toute dans l'hémisphère boréal, où aucune tache n'a paru en octobre; ce cas ne s'était pas présenté depuis février 1899. Dans l'autre hémisphère, il n'y a pas eu de tache durant tout un mois également, en décembre, et il faut remonter à mars et février 1890, c'est-à-dire presque aussitôt après le *minimum* (novembre 1889, où aucune tache n'a paru sur le disque solaire), et antérieurement à janvier 1889, pour rencontrer la même particularité.

» D'autre part, le nombre des jours sans taches continue à augmenter; il est de 27 sur 53 jours d'observation, soit un nombre proportionnel de 0,51 au lieu de 0,42 noté précédemment.

» *Régions d'activité.* — Les groupes de facules ont continué à diminuer tant en nombre qu'en étendue; on a enregistré 29 groupes et une surface de 14,7 millièmes au lieu de 33 groupes et 19,3 millièmes dans le précédent trimestre.

» Leur répartition entre les deux hémisphères est de 16 au lieu de 14 au sud de l'équateur et 13 au lieu de 19 au nord, soit 2 en plus d'une part et 6 en moins de l'autre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une certaine catégorie de fonctions transcendantes.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

« Dans une précédente Communication (25 février 1901) nous avons indiqué, en particulier, certains théorèmes relatifs aux fonctions de la forme

$$\varphi = \frac{\theta_1}{x^{\psi_1}} + \ldots + \frac{\theta_n}{x^{\psi_n}} + \ldots.$$

» Ces fonctions ne peuvent satisfaire à certaines catégories d'équations différentielles rationnelles $F\left(x, y, \frac{dy}{dx}, \ldots, \frac{d^k y}{dx^k}\right) = 0$ que si les coefficients θ_n et les exposants ψn satisfont à certaines conditions.

---

[1] Cette *région d'activité* s'est montrée encore à deux rotations successives à la latitude moyenne de −8°, puis de −12°, et elle a donné naissance à une petite tache au premier retour (λ 18,4 novembre, β −7° du Tableau I).

» On peut, de la même manière, montrer que la fonction φ ne peut satisfaire à une équation différentielle rationnelle d'ordre quelconque que si les exposants ψn satisfont à certaines conditions de croissance :

» THÉORÈME. — *Soit la fonction*

$$\varphi = \frac{\theta_1}{x^{\psi 1}} + \ldots + \frac{\theta_n}{x^{\psi n}} + \ldots,$$

où θ_n est quelconque et ψn une fonction croissante de n qui peut être négative pour les valeurs de n inférieures à une limite finie, mais qui est telle que $\frac{\psi(n+1)}{\psi n}$ croisse indéfiniment avec n : φ ne peut satisfaire à une équation différentielle rationnelle d'ordre quelconque que si

$$\psi(n+\nu) = \lambda\psi(n+\nu-1)^{\mu_1} \ldots (\psi n)^{\mu_\nu}$$

(ν *entier*, $\mu_1, \ldots, \mu_\nu$ *rationnels ne peuvent avoir qu'un nombre limité de valeurs ne dépendant que des exposants de y et de ses dérivées dans l'équation donnée et de l'ordre de cette équation, les dénominateurs de* $\mu_1, \ldots, \mu_\nu$ *étant* $\leqq$ *l'ordre de cette équation*).

» *En particulier, φ ne satisfait à aucune équation différentielle rationnelle quand $\psi(n+1) = \lambda(\psi n)^\mu$, μ étant une fonction de n qui croît indéfiniment avec n, et λ une quantité finie et limitée supérieurement et inférieurement.*

» On peut encore étendre les propriétés établies dans notre précédente Communication aux équations différentielles

$$F\left(x, y, \frac{dy}{dx}, \ldots, \frac{d^k y}{dx^k}\right) = \sum A(x) y^{i_0} \ldots \left(\frac{d^k y}{dx^k}\right)^{i_k} = 0,$$

rationnelles en y et ses dérivées, les $A(x)$ étant des séries de la forme

$$\sum_n^{w} \frac{a_{n,\lambda}\eta_n}{x^{\varpi_\lambda n}},$$

qui ne diffèrent que par les valeurs des $a_{n,\lambda}$ ($a_{n,\lambda} \neq 0$ en général et fini) et des $\varpi_\lambda n$, les η_n étant quelconques $\neq 0$ et $\varpi_\lambda n$ étant égal à

$$(1+\eta)\psi n \lim_{n=\infty} \eta = 0.$$

» Les résultats du théorème I sont encore vrais, pourvu toutefois que, dans le cas des § IV et V, quand aucune condition n'est spécifiée pour l'exposant de y, $\theta_n < \lambda\eta_n \frac{\psi_n}{\mu^{n-1}}$ (λ, μ quantités finies).

» Les résultats du théorème II restent vrais pourvu que $\omega_\lambda n - \psi n$ soit

limité et que

$$|\eta_{n+1}| + |\theta_{n+1}| < \left|\frac{\eta_n \theta_n^{\nu}}{(\chi n)^{\nu'}}\right|$$

(ν, ν' quantités limitées). Ils sont exacts en particulier quand

$$\lim \eta_n \zeta^{n} = \lim \theta_n \zeta^n = 1$$

pour $n = \infty$, et que $\psi n = n^m$ (tous les paragraphes) ou que $\psi(n+1) - \psi n$ est fini et $\geqq 1$ (§ I et IV). »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les groupes quaternaires réguliers d'ordre fini.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Nommons : 1° *substitution n-aire* (*binaire, ternaire, quaternaire, ...*) la substitution

$$s_n = \left| z_j \sum_k a_{jk} z_k \right| = \begin{pmatrix} a_{11} & \ldots & a_{1n} \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{n1} & \ldots & a_{nn} \end{pmatrix} = [a_{jk}]_z, \quad j, k = 1, 2, \ldots, n,$$

réversible; 2° $\mathfrak{G}_n$ le groupe des s_n; 3° Π_n le problème qui consiste à construire tous les groupes d'*ordre fini* G_n contenus dans $\mathfrak{G}_n$. Π_2 est résolu depuis longtemps par MM. Klein, Gordan, Jordan. M. Jordan a aussi : 1° résolu Π_3 (*Journal de Crelle*, t. 84); 2° montré (Mémoire couronné par l'Académie de Naples) que tous les G_n rentraient dans un nombre de types limité, pour n donné; 3° poussé loin la solution de Π_4 pour ne s'arrêter que devant une discussion arithmétique, où les cas à examiner se présentaient par milliers.

» Je pense que le problème *général* Π_4 de M. Jordan ne sera pas résolu de si tôt. Je me propose simplement d'apporter une contribution à la théorie de certains G_n, les G_n *réguliers* formés de s_4 *régulières*. Si les z sont envisagées comme des coordonnées homogènes ponctuelles dans l'espace, toute régulière admet pour invariant un complexe linéaire *capital* de droites. On trouvera une étude géométrique détaillée des régulières dans mes Mémoires sur l'équation différentielle du premier ordre (*Journal de l'École Polytechnique*, Cahiers 61 à 64 de la 1re série, 2 et 3 de la 2e série; *Annales de l'Université de Lyon*, 1892). Je ne mentionne, bien entendu, dans la présente Note, que les résultats récents.

» Réservons la lettre x aux coordonnées *régulières* (celles où le tétraèdre de référence a deux arêtes opposées conjuguées par rapport au complexe

capital), tandis que z désignera des coordonnées à tétraèdre de référence quelconque.

» Soient $s = [a_{ij}]_x$ une quaternaire, $s' = [a_{ji}]_x$ sa *transposée*, ε la régulière

$$|x_1, x_2, x_3, x_4, \quad x_2, -x_1, -x_4, x_3|;$$

la condition nécessaire et suffisante de régularité est $s'^{-1} = \varepsilon^{-1} s \varepsilon$. Soient S une n-aire, S_0 sa forme canonique, T une autre n-aire telle que $S_0 = T^{-1} ST$, T sera une *canonisante*. Alors *toute régulière s admet au moins une canonisante régulière, dès que s est d'ordre fini.*

» Admettons que, pour un groupe G_n, se présente l'éventualité suivante : Les n variables z, *convenablement choisies*, peuvent se répartir en systèmes S, dont chacun contient un nombre de variables marqué par le degré du système. Toute s_n de G_n remplace les variables de S par des fonctions linéaires homogènes des variables de S'. S et S' sont des systèmes de même degré. M. Jordan dit alors que G_n est un groupe *décomposable* et que s_n *fait succéder* S' à S.

» J'ai construit tous les groupes G réguliers et d'ordre fini *décomposables*. Voici l'énumération en variables régulières x.

» On trouve d'abord deux types à existence évidente *a priori*.

» I. G provient de quaternaires

$$A = \begin{vmatrix} x_1 & a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \\ x_2 & a_{21}x_1 + a_{22}x_2 \\ x_3 & a_{33}x_3 + a_{34}x_4 \\ x_4 & a_{43}x_3 + a_{44}x_4 \end{vmatrix}, \qquad a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} = a_{33}a_{44} - a_{34}a_{43} = 1,$$

où les groupes binaires P et Q dérivés des

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \quad \text{ou} \quad \begin{pmatrix} a_{33} & a_{34} \\ a_{43} & a_{44} \end{pmatrix}$$

respectivement sont d'ordre fini.

» II. On combine avec un groupe $\mathfrak{A}$ du type I la régulière unique

$$B = \begin{vmatrix} x_1 & b_{13}x_3 + b_{14}x_4 \\ x_2 & b_{23}x_3 + b_{24}x_4 \\ x_3 & b_{31}x_1 + b_{32}x_2 \\ x_4 & b_{41}x_1 + b_{42}x_2 \end{vmatrix}, \qquad b_{13}b_{24} - b_{14}b_{23} = b_{31}b_{42} - b_{32}b_{41} = -1.$$

$\mathfrak{A}$ contient B^2 et est permutable à B. Les groupes P et Q afférents à $\mathfrak{A}$ sont transformés l'un dans l'autre par les binaires

$$\begin{pmatrix} b_{13} & b_{14} \\ b_{23} & b_{24} \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad \begin{pmatrix} b_{31} & b_{32} \\ b_{41} & b_{42} \end{pmatrix}.$$

» Viennent ensuite deux types qui admettent une quadrique invariante, laquelle a ∞ génératrices rectilignes, situées sur le complexe capital.

» III. G provient de régulières

$$A = \begin{vmatrix} x_1 & a_{11}x_1 + a_{13}x_3 \\ x_2 & \rho a_{31}x_2 + \rho a_{33}x_4 \\ x_3 & a_{31}x_1 + a_{33}x_3 \\ x_4 & \rho a_{13}x_2 + \rho a_{11}x_4 \end{vmatrix}, \quad \rho(a_{11}a_{33} - a_{13}a_{31}) = 1,$$

où le groupe binaire

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{31} & a_{33} \end{pmatrix}$$

est d'ordre fini.

» IV. On combine, avec un groupe $\mathfrak{A}$ du type III, la régulière unique

$$B = \begin{vmatrix} x_1 & b_{12}x_2 + b_{14}x_4 \\ x_2 & \sigma b_{34}x_1 + \sigma b_{32}x_3 \\ x_3 & b_{32}x_2 + b_{34}x_4 \\ x_4 & \sigma b_{14}x_1 + \sigma b_{12}x_4 \end{vmatrix}, \quad 1 + \sigma(b_{12}b_{34} - b_{14}b_{32}) = 0.$$

$\mathfrak{A}$ contient B^2 et est permutable à B.

» Enfin, le dernier type est isomorphe au groupe des permutations entre quatre lettres.

» V. On transforme le groupe *irrégulier* qui provient des substitutions ($i^2 + 1 = 0$),

$$\begin{vmatrix} z_1 & z_2 & z_3 & z_4 & z_2 & z_3 & z_1 & z_4 \end{vmatrix}$$
$$\begin{vmatrix} z_1 & z_2 & z_3 & z_4 & z_2 & -z_1 & -z_4 & z_3 \end{vmatrix}$$
$$\begin{vmatrix} z_1 & z_2 & z_3 & z_4 & iz_1 & iz_3 & iz_2 & -iz_4 \end{vmatrix}$$

par la quaternaire

$$\begin{vmatrix} z_1 & x_1 + \tau x_3 + \tau x_4 \\ z_2 & x_1 + \tau\theta^2 x_3 + \tau\theta\, x_4 \\ z_3 & x_1 + \tau\theta x_3 + 1\theta^2 x_4 \\ z_4 & x_2 \end{vmatrix}, \qquad \begin{matrix} 3\tau^2 = \theta^2 - \theta, \\ \theta = e^{\frac{2\pi i}{3}}, \end{matrix}$$

qui réintroduit les variables régulières x (¹). »

PHYSIQUE. — *Sur un électro-radiophone à sons très intenses et sur la cause qui les produit.* Note de M. TH. TOMMASINA, présentée par M. Cornu.

« Le nouvel électro-radiophone que j'ai l'honneur de signaler à l'Académie donne des sons pouvant être entendus très distinctement de tous les points d'une grande salle. Sa sensibilité est un peu moindre que celle des autres, à cohéreurs décohérents à charbon (²), mais elle est encore suffisante, car l'appareil répond, par un son fort et net, à chaque étincelle de 1^{mm} qui éclate à l'autre extrémité de la salle entre une petite sphère isolée et l'un des pôles d'une bobine d'induction. Aucun relais n'est utilisé et l'appareil est simplement en circuit avec une pile et un téléphone.

» Dans les cohéreurs à charbon ou à limailles, les grains doivent être autant que possible libres de se mouvoir et ne subissent que la pression due à leur poids; tandis que dans ce radioconducteur la limaille se trouve dans un mélange isolant pâteux, et, suivant le système Branly, sous une pression réglée de façon à permettre le passage d'un courant d'une certaine intensité.

» Des radioconducteurs aptes à fonctionner dans l'intérieur d'un récepteur téléphonique usuel ont été construits de la manière suivante :

» Dans chacun de deux morceaux de tube capillaire de thermomètre, longs de 5^{cm}, on a introduit un fil de platine tordu en boucle d'un côté. On les a enroulés pour former une petite spirale plane sur l'autre extrémité de chaque tube. On en a fait entrer un, par le bout portant la spirale, dans un tube en verre dont le diamètre intérieur était égal au diamètre extérieur du capillaire. Les deux tubes ont été fondus ensemble à l'autre extrémité en ne laissant en dehors que la boucle de platine. On a

---

(¹) La présente théorie a fait l'objet d'une Communication au Congrès de Paris, 1900, et d'un Mémoire qui paraîtra au *Journal de Mathématiques*.

(²) *Comptes rendus*, séance du 26 novembre 1900.

placé alors le mélange pâteux sur la spirale de l'autre tube et introduit aussi celui-ci dans le grand jusqu'à presser le mélange contre la spirale du premier. On a réglé ensuite la pression sous l'action des ondes hertziennes, et fermé complètement le tube au chalumeau en ne laissant en dehors que l'autre boucle de platine.

» Le courant induit par chaque décharge oscillante dans le circuit de ce récepteur produit dans le mélange une action qui sépare momentanément un ou plusieurs des petits contacts. L'aiguille du galvanomètre descend vers le zéro, mais elle reprend un instant après sa position initiale, s'arrêtant parfois dans des positions intermédiaires. Mais, quelle que soit la position de l'aiguille à l'instant où l'étincelle éclate, on observe toujours une déviation indiquant un accroissement de résistance. Si l'on augmente l'intensité du courant primaire qui traverse l'électro-radiophone, les sons deviennent toujours plus intenses, mais l'aiguille du galvanomètre se fixe au point plus élevé de tension critique, et si le réglage est parfait elle devient presque immobile. Dans ce cas, les interruptions doivent être instantanées et complètes, car l'appareil donne les mêmes sons qu'on perçoit en interrompant le circuit. *Ces radioconducteurs constituent donc de vrais interrupteurs actionnés directement par les ondes hertziennes.*

» C'est le diélectrique liquide remplaçant l'air qui est la cause de ce phénomène, car si on l'ajoute dans un cohéreur à limaille, à charbon, ou à mélange de limaille et de poudre isolante, l'accroissement de l'intensité des sons, dans un téléphone inséré dans le circuit, a lieu immédiatement.

» J'ai obtenu ce phénomène avec de l'eau distillée, mais c'est la glycérine, seule ou mélangée avec de la vaseline, qui fait produire les sons les plus intenses. De même, c'est la limaille d'argent qui semble donner le meilleur résultat. Quant aux poudres isolantes, elles peuvent être quelconques : lycopode, soufre, silice, verre pilé, etc. ; leur rôle est d'empêcher la cohérence permanente de la limaille d'argent et de permettre une pression suffisante pour faire agir un courant plus énergique dans les radioconducteurs.

» Ce nouvel électro-radiophone se prête aux expériences de cours et de laboratoire, car il permet à un expérimentateur d'entreprendre seul des recherches qui demandent actuellement l'aide d'une autre personne. J'étudierai, l'été prochain, son application aux décharges atmosphériques. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction de l'acide molybdosulfurique par l'alcool.* Note de M. E. **Péchard**, présentée par M. Troost.

« La réduction des molybdates acides donne naissance à des composés bleus résultant de la combinaison de l'acide molybdique et du bioxyde de molybdène.

» C'est ainsi que la réduction par le molybdène métallique a permis à M. Guichard (¹) d'obtenir le bleu de molybdène $MoO^2.4MoO^3, 6H^2O$. MM. Allen Roger et Mitchell (²), en employant comme réducteur le chlorure stanneux, ont obtenu un bleu de molybdène de composition Mo^3O^8. Dernièrement, M. Bailhache (³), en réduisant par l'hydrogène sulfuré une solution sulfurique d'acide molybdique, a observé la formation d'un sulfate cristallisé de formule $Mo^2O^5.2SO^3$.

» Ces divers composés sont décomposés par les alcalis qui mettent en liberté le bioxyde de molybdène et donnent un molybdate alcalin.

» J'ai obtenu des composés bleus du molybdène renfermant du bioxyde et ne présentant pas la même instabilité au contact des alcalis.

» Pour cela, on dissout de l'acide molybdique dans l'acide sulfurique concentré; cette dissolution refroidie par de l'eau, est additionnée d'alcool par petites portions. Il se développe une belle coloration bleue qui devient de plus en plus foncée à mesure que l'on verse le réducteur, et s'accentue encore si l'on maintient le mélange au bain-marie pondant une demi-heure. La liqueur est étendue et neutralisée par de l'ammoniaque, ces deux opérations devant être effectuées en évitant tout réchauffement. On voit se former un corps cristallisé, bleu, se déposant rapidement, et la liqueur qui surnage est incolore. Ces cristaux, agités dans le flacon où ils ont été produits, miroitent et on les sépare facilement par filtration à la trompe.

» Examinés au microscope, ces cristaux se présentent sous forme de lamelles hexagonales bleues, transparentes, mélangées à des prismes bleu foncé.

» Ces derniers se produisent uniquement si l'on a soin de neutraliser la liqueur acide bleue en versant l'ammoniaque par petites portions et en ne dépassant pas la neutralisation au tournesol. Dissous dans l'eau et agités avec un excès d'ammoniaque, ces cristaux donnent naissance alors aux lamelles hexagonales. Cette séparation des deux sels explique leur formation simultanée quand la neutralisation par l'ammoniaque est effectuée sans précautions.

» Ces deux composés sont très solubles dans l'eau, qui prend une couleur bleue intense, et très peu solubles dans les sels ammoniacaux; ils sont caractérisés par leur stabilité vis-à-vis des alcalis et des carbonates alcalins. La potasse, l'ammoniaque ne les décomposent qu'après plusieurs jours à la température ordinaire.

» La décomposition n'est immédiate que si l'on chauffe à 80°. L'acide azotique ne les décolore à froid que s'il est très concentré, ou à l'ébullition s'il est étendu.

» Ces deux composés contiennent de l'acide molybdique, du bioxyde de molybdène, de l'acide sulfurique et de l'ammoniaque. On a dosé l'acide

(¹) Guichard, *Thèse de Doctorat.*
(²) *Journal of the American Chemical Society*, juin 1900.
(³) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 475.

molybdique par une calcination avec de l'acide azotique, le bioxyde de molybdène au moyen d'une solution titrée de permanganate de potassium et les formules suivantes peuvent représenter leur composition :

I. — *Sel en lamelles hexagonales* : $5AzH^3, MoO^2SO^3, 7MoO^3 + 8H^2O$.

	Calculé.	Trouvé.		
$5AzH^3$	5,78	5,6	5,8	»
MoO^2	8,83	8,8	8,5	8,9
SO^3	5,52	5,6	6,1	»
$7MoO^3$	70,56	71,2	69,6	71,4
H^2O	9,31	»	»	»
	100,00	»	»	»

II. — *Sel prismatique* : $3AzH^3, MoO^2SO^3, 7MoO^3 + 10H^2O$.

	Calculé.	Trouvé.		
$3AzH^3$	3,52	3,8	3,6	»
MoO^2	8,83	8,9	9,3	8,5
SO^3	5,52	6,1	5,9	6,8
$7MoO^3$	70,56	71,5	70,3	»
H^2O	11,57	»	»	»

» Par une préparation analogue, on peut obtenir un sel de potassium cristallisé et peu soluble dans les sels de potassium; si l'on neutralise par de la soude, le sel obtenu est extrêmement soluble et ne se sépare pas de la dissolution. Une partie de l'ammoniaque peut être déplacée à froid par la potasse concentrée et il se dépose également un sel cristallisé renfermant à la fois les deux alcalis.

» Les composés dont je viens de parler ne sont pas les seuls pouvant se former dans ces conditions.

» Si, en effet, on prolonge la réduction par l'alcool à 100°, on obtient alors des dissolutions décomposables à froid et immédiatement par l'ammoniaque. A froid, la réduction est moins avancée, car, si l'on abandonne dans l'air sec la solution sulfurique après réduction par l'alcool, cette réduction se continue lentement et il se dépose de fines aiguilles noires ayant pour formule

$$7MoO^3, 2MoO^2, 7SO^3 + Aq.$$

Cette formule montre nettement un état de réduction plus avancé; mais il est difficile de débarrasser complètement les cristaux de l'acide sulfurique qui les imprègne, de sorte que la formule contient certainement trop d'acide sulfurique. Ce composé con-

stitue un véritable acide complexe, car, neutralisé par l'ammoniaque, il donne naissance à de nouveaux sels bleus cristallisés dont je poursuis l'étude.

» On voit donc, d'après ce qui précède, que, si l'acide molybdique se combine au bioxyde de molybdène pour donner le bleu de molybdène, il peut également se combiner en même temps à l'acide sulfurique pour donner des acides complexes de formules compliquées.

» Dans ces composés l'acide sulfurique n'est pas précipité par les sels de baryum et n'est par conséquent pas une impureté du sel; il ne précipite que quand, par oxydation, la couleur bleue a disparu [1].

» Il semble donc exister dans ces composés une combinaison du bioxyde de molybdène et d'acide sulfurique ne présentant pas les caractères ordinaires de cet acide. D'ailleurs, dans l'étude de son sulfate de réduction plus avancée, M. Bailhache a déjà reconnu un fait analogue et il a reconnu également que le sulfate se dissout en bleu dans les molybdates alcalins, probablement pour donner naissance au composé dont je viens de montrer l'existence. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Un nouveau glycol bi-primaire, le butanediol* 1.4 *ou glycol tétraméthylénique et sa diacétine*. Note de M. l'abbé **J. Hamonet**, présentée par M. Georges Lemoine.

» La synthèse du glycol *tétraméthylénique* (3e glycol bi-primaire) a provoqué depuis longtemps les recherches de très habiles chimistes; cependant aucun d'eux, sauf M. Dekkers (*Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas*, t. IX, p. 92; 1890), n'a cru pouvoir se flatter de l'avoir réalisée; et même, au dire de plusieurs, le corps préparé par le chimiste hollandais au moyen de l'acide azoteux et de la diamine tétraméthylénique semble d'une constitution fort douteuse. Les motifs sur lesquels se fonde cette opinion ont été parfaitement exposés par M. L. Henry dans son beau travail sur les nitriles alcools, p. 53 et suivantes (*Mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique*, t. LVII; 1898).

» Mes études sur les dérivés bi-primaires du butane devaient tout naturellement m'amener à reprendre cette intéressante question, qui m'avait

(1) L'acide sulfurique ne peut être entraîné dans ce composé à l'état d'éthylsulfate, car les analyses portent sur des produits différents obtenus en précipitant plusieurs fois par le chlorure d'ammonium les sels bleus dissous dans l'eau.

été proposée autrefois par mon très regretté maître M. C. Friedel. En effet, les auteurs qui ont cru avoir préparé le bromure de triméthylène, $BrCH^2CH^2CH^2CH^2Br$, lui assignent un point d'ébullition notablement inférieur à celui du dibromure, que j'ai obtenu et dont j'ai démontré la constitution (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 346). Par conséquent je pouvais espérer que le glycol dérivé soit de mon di-bromobutane, soit de mon di-iodobutane se distinguerait également de celui de M. Dekkers. L'expérience a confirmé mes prévisions.

» *Préparation de la diacétine du butanediol* 1.4 :

$$CH^3CO^2CH^2CH^2CH^2CH^2O^2CCH^3.$$

» Je n'ai eu pour préparer cette diacétine qu'à suivre de point en point la méthode classique et primitive de Wurtz.

» J'ai mis dans un ballon 35gr d'acétate d'argent et autant d'acide acétique, de manière à former une pâte molle, ensuite j'ai ajouté, peu à peu et en refroidissant, 30gr de di-iodobutane 1.4. La réaction est assez vive. Quand elle a été calmée, j'ai chauffé au bain-marie pendant quelques heures, en agitant de temps à autre, pour rendre la masse aussi homogène que possible et assurer ainsi l'achèvement de la réaction. J'ai épuisé le contenu du ballon par l'éther à plusieurs reprises. La diacétine se sépare très facilement par distillation de l'éther et de l'acide acétique.

» La diacétine du butanediol 1.4 est un liquide neutre à odeur assez agréable. Elle cristallise dans un mélange de glace et de sel en belles aiguilles arborescentes, qui fondent à + 12°. Elle bout sans décomposition à 230° sous la pression de 751mm, et à 124° sous celle de 20mm. Densité à 20° = 1,048.

» *Préparation du butanediol* 1.4, *ou glycol tétraméthylénique* :

$$HOCH^2CH^2CH^2CH^2OH.$$

» La diacétine du butanediol a été chauffée quelques heures au bain-marie avec un léger excès de chaux délitée, puis distillée dans le vide suivant la méthode de M. L. Henry (*Recueil de Travaux chimiques des Pays-Bas*, t. XVIII, p. 221). Le liquide distillé a dû être repassé sur de la chaux, jusqu'à disparition complète de l'odeur de la diacétine. Il a ensuite été redistillé seul dans l'air pour le séparer d'une petite quantité d'eau fournie par la chaux. Cette séparation se fait on ne peut plus facilement.

» Le butanediol 1.4 est un liquide visqueux, incolore, miscible à l'eau en toutes proportions. Il s'en sépare facilement par addition de carbonate de potassium. Il ne dissout pas l'hydroxyde cuivrique laissé alcalin, comme le font le glycol en C^2, la glycérine, etc.

» Ces deux dernières propriétés confirment les observations de M. L. Henry sur les alcools polyatomiques, dans lesquels un chaînon $-CH^2-$ est intercalé entre les deux fonctions alcools (*Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, t. XIX, p. 11; 1895). Refroidi à 0° le butanediol se prend lentement en cristaux, qui fondent à + 16°; son point d'ébullition est 230° sous la pression de 759mm; sa densité à 20° est de 1,020.

» L'analyse de ce corps a donné des nombres très satisfaisants : C pour 100 : 53,49, théorie 53,33; H pour 100 : 10,92, théorie 11,11.

» Il est évident que la constitution de ce butanediol et de sa diacétine se déduit tout naturellement de celle du di-iodobutane 1.4 qui leur a donné naissance. Je puis ajouter, pour confirmer encore cette constitution, que l'oxydation du butanediol par l'acide azotique m'a fourni de l'*acide succinique* fondant à 180°. Ce résultat écarte toute hypothèse contraire à mon affirmation. On peut donc, ce me semble, conclure que le glycol tétraméthylénique n'avait pas été isolé jusqu'ici ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la poudre de zinc sur les acides gras saturés.* Note de M. **A. Hébert**, présentée par M. Armand Gautier.

« Il y a quelque temps, nous avons signalé la présence, dans l'huile extraite des graines de l'I'Sano, d'un nouvel acide gras non saturé, $C^{14}H^{20}O^2$, l'*acide isanique* ([2]). Il fait partie des acides gras de formule générale $C^nH^{2n-8}O^2$, peu connus. Nous avons cherché à préparer synthétiquement d'autres corps de la même famille par réduction des acides gras saturés en $C^nH^{2n}O^2$. Au cours de ces expériences, nous avons été amené à faire agir la poudre de zinc sur ces acides.

» Nous sommes partis de stéarine commerciale fondant à 60°. Cette substance, formée d'un mélange d'acides gras saturés où domine l'acide stéarique, a été distillée avec un excès de poudre de zinc bien séchée en opérant dans une cornue chauffée au bain de limaille de fer à 350°-400°.

([1]) Quand j'ai fait ce travail, j'ignorais les très intéressantes recherches de M. L. Henry sur le butanolamine 1.4 (*Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, p. 590; 1900). En traitant ce corps par l'acide azoteux ce savant chimiste a obtenu un liquide bouillant au delà de 220°, qui pouvait bien être un mélange du glycol 1.4 et du glycol 1.2; mais la juste défiance qu'inspire la réaction de l'acide azoteux sur les amines primaires l'a empêché de conclure, comme l'avait fait M. Dekkers.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1550.

» Au début, il se fait du stéarate de zinc, puis la masse fond et bouillonne en dégageant des produits condensables et des gaz. Le résidu est formé de poudre de zinc retenant encore des traces de substances très riches en carbone.

» Les produits gazeux non condensables sont composés de CO^2 et de gaz combustibles : carbures incomplets, très faible proportion de carbures complets et hydrogène en grande quantité.

» Les corps condensables sont composés d'un peu d'eau et de substances liquides et solides, non miscibles à l'eau et formant environ 70 pour 100 de la stéarine employée.

» Les produits condensés présentent les caractères suivants : ils sont liquides au début, solides à la fin de la distillation, de couleur jaunâtre, plus légers que l'eau, dans laquelle ils sont insolubles ainsi que dans les alcalis et les acides étendus, ils se dissolvent dans la plupart des solvants organiques et fixent le brome. Enfin l'analyse élémentaire leur assigne la composition C^nH^{2n}.

» Ayant préparé une quantité assez considérable de ces corps (2^{kg},5 environ), nous avons procédé à leur examen. Nous les avons séchés sur l'acide phosphorique anhydre et soumis à deux fractionnements successifs, de 10° en 10°, puis de 5° en 5°; au delà de 350°, on a fractionné dans le vide de 25° en 25°. Le résidu était solide et cristallisé et fondait à 63°, après purification.

» Voici les résultats sommaires du dernier fractionnement avec les quantités et densités :

» Le liquide commençait à distiller à 60° et la dernière portion recueillie passait à 300°-325° dans un vide de 55^{mm}. Les portions maxima passaient aux températures ci-dessous :

Fractions.	Quantités.	Densités.
195°-200°	30gr	0,7653 à 15°
235-240	59	0,7785 à 16
280-285	128	0,7880 à 18
295-300	75	0,7952 »
310-315	95	0,8056 »
250-275 sous 55^{mm}	66	0,8500 à 22
Résidu solide cristallisé	82	» »

» Toutes ces fractions répondent aux caractères indiqués plus haut. Les bromures, préparés par simple addition de brome, sont liquides, jaunâtres et se colorent avec le temps. Le résidu solide du fractionnement donne un bromure solide, blanc, cristallisé. Ces bromures sont décomposables par distillation, même dans le vide, et l'on doit se borner à les dessécher.

» L'analyse élémentaire des portions maxima de la distillation et le dosage du brome dans leurs bromures ont donné les résultats suivants :

Portions.	Pour 100. Hydrogène.	Pour 100. Carbone.	Brome pour 100 dans le bromure.
195°-200°	14,23	85,06	39,57
235°-240°	13,76	85,87	32,46

Portions.	Pour 100. Hydrogène.	Carbone.	Brome pour 100 dans le bromure.
280°-285°	14,06	86,56	28,69
295°-300°	13,40	86,53	29,08
310°-315°	13,16	86,52	25,53
250°-275° sous 55^{mm}	13,41	87,28	21,91
Résidu solide	14,24	85,72	11,17
Théorie pour :			
C^nH^{2n}	14,28	85,72	0,00
$C^{17}H^{34}Br^2$	»	»	40,20
$C^{18}H^{36}Br^2$	»	»	38,83
$C^{23}H^{46}Br^2$	»	»	33,19
$C^{24}H^{48}Br^2$	»	»	32,26
$C^{28}H^{56}Br^2$	»	»	28,97
$C^{29}H^{58}Br^2$	»	»	28,26
$C^{33}H^{66}Br^2$	»	»	25,72
$C^{34}H^{68}Br^2$	»	»	25,15
$C^{40}H^{80}Br^2$	»	»	22,22
$C^{41}H^{82}Br^2$	»	»	21,79
$C^{90}H^{180}Br^2$	»	»	11,26

» La poudre de zinc a donc pour effet de décomposer les acides gras saturés, d'une part, en acide carbonique et en eau (formes sous lesquelles s'élimine l'oxygène), d'autre part, en carbures dont la majeure partie est constituée par un mélange de carbures éthyléniques, de poids moléculaires et de points d'ébullition très élevés. Pendant cette réaction, les molécules se scindent et se polymérisent en même temps, sans qu'il semble se manifester de prime abord aucune relation entre les matières premières et les corps obtenus. Mais il y a là un mode de préparation commode des carbures éthyléniques très élevés. Il conviendra de poursuivre cette étude et de l'étendre aux acides gras non saturés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'oxyde de mercure sur quelques corps organiques.* Note de MM. **A. Lumière**, **L. Lumière** et **F. Perrin**, présentée par M. Armand Gautier.

» Dans une précédente Communication [1], nous avons indiqué les propriétés intéressantes du mercure-phénol-disulfonate de sodium ;

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 145 ; 1901.

cette combinaison organométallique est obtenue de la façon suivante :

» On dissout une molécule de phénol disulfonate de sodium dans cinq fois son poids d'eau, on porte à l'ébullition et l'on ajoute peu à peu de l'oxyde jaune de mercure fraîchement précipité et bien lavé; la dissolution a lieu rapidement, surtout au début; elle cesse de s'effectuer lorsqu'on a introduit dans le liquide une molécule d'oxyde pour une molécule de phénol-disulfonate.

» La liqueur filtrée est concentrée par évaporation au bain-marie, puis traitée par l'alcool qui donne un abondant précipité de mercure-phénol-disulfonate de sodium, que l'on fait bouillir à plusieurs reprises avec de l'alcool aqueux. En dernier lieu, la substance est dissoute dans l'eau et enfin précipitée par l'alcool, afin de séparer les dernières portions de phénol-disulfonate de sodium qui n'auraient pas été saturées par l'oxyde de mercure.

» On obtient ainsi une poudre blanche amorphe, soluble dans l'eau, ne répondant à aucune des réactions ordinaires de mercure.

» Cette action de l'oxyde de mercure sur les phénols avait été sommairement signalée déjà, pour le phénol ordinaire (1), l'acide salicylique (2) et le phénol-parasulfonate de potassium (3), sans que l'on ait cherché à établir la constitution de la plupart des combinaisons obtenues.

» Nous nous sommes assurés que toutes les substances qui possèdent un hydroxyle phénolique dissolvent l'oxyde de mercure, pour donner des corps organométalliques dans lesquels les réactions du mercure sont masquées.

» Toutefois, les phénols susceptibles de s'oxyder facilement, tels que les amidophénols, subissent cette oxydation et ne donnent pas les combinaisons qui nous occupent.

» Lorsque le phénol est éthérifié, il ne réagit plus; tel est le cas de l'anisol et du phénétol, etc., l'hydrogène de l'hydroxyle semble donc être indispensable à la réaction.

» D'autre part, lorsque les positions ortho et para sont occupées, la dissolution de l'oxyde de mercure ne peut plus s'effectuer; le sel de sodium du trinitrophénol, le trichlorophénol symétrique, par exemple, ne sont pas susceptibles de fournir des corps dans lesquels le métal se trouve dissimulé.

» L'insolubilité du mercure-phénol-disulfonate de sodium, dans les dis-

(1) *Beilstein*, t. II, p. 651.
(2) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 44; 1893.
(3) *Annales de Merk*, 1899.

solvants organiques, n'a pas permis d'en déterminer le poids moléculaire par la cryoscopie ou l'ébullioscopie.

» Nous avons aussi préparé, par ce procédé, le mercure-gaïacol-sulfonate de sodium, dont les propriétés sont analogues à celles du corps précédent.

» En nous basant sur ces remarques et sur le résultat de nos analyses, nous avons cherché à établir la constitution de ces combinaisons. On peut faire à ce sujet deux hypothèses, qui s'accordent avec les remarques ci-dessus; elles correspondent, pour le mercure-phénol-disulfonate de sodium, aux formules suivantes :

$$C^6H^3\begin{cases} O - Hg - Hg - O \\ (SO^3Na)^2 \quad (SO^3Na)^2 \end{cases} C^6H^3 \quad \text{ou bien} \quad C^6H^2\begin{cases} O \\ | \\ Hg \\ (SO^3Na)^2 \end{cases}$$

» Ces formules ne diffèrent, au point de vue de la composition centésimale, que par un hydrogène en plus dans la formule double. Prenant cette dernière comme base, voici les résultats de l'analyse :

Calculé......	C = 14,48	Hg = 40,24	S = 12,97	Na = 9,25
Trouvé.......	C = 15,23	Hg = 40,73	S = 12,65	Na = 9,73

Dans le cas du mercure-gaïacol-sulfonate de sodium l'analyse a donné les chiffres suivants que nous rapprochons de ceux qui répondent aux mêmes hypothèses :

Calculé.......	C = 19,76	Hg = 47,05	S = 7,52	Na = 5,41
Trouvé.......	C = 20,32	Hg = 47,60	S = 7,79	Na = 5,10

» De nouvelles expériences, que nous avons entreprises, sont encore nécessaires pour fixer définitivement la constitution de ces composés qui paraissent présenter un grand intérêt au point de vue de leurs applications. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur une nouvelle préparation du terpinéol.* Note de M. P. Genvresse.

« L'étude des réactions produites par les vapeurs nitreuses et le peroxyde d'azote sur les terpènes nous a amené à rechercher l'action de l'acide azoteux sur ces mêmes composés.

» La méthode que nous avons suivie nous a conduit à la préparation en grand du terpinéol, à partir du pinène, sans passer par la terpine.

» Le produit obtenu est actif sur la lumière polarisée. Le limonène, traité dans les mêmes conditions, ne nous a rien donné.

» *Préparation du terpinéol.* — Nous préparons d'abord l'acide nitreux en traitant, dans les conditions ordinaires, l'amidon par l'acide azotique de densité égale à 1,35. Les vapeurs nitreuses obtenues passent d'abord dans un flacon entouré de glace, où se condensent l'eau et l'acide nitrique entraînés, ainsi qu'une partie des vapeurs nitreuses, ces dernières en assez petite petite quantité; le reste arrive dans un flacon taré, contenant de l'eau distillée et entouré de glace. Nous obtenons ainsi une solution d'acide nitreux, ne contenant pour ainsi dire pas d'acide azotique.

» Nous y ajoutons de l'alcool et du pinène.

» Voici les proportions que nous employons : 100^{gr} d'acide nitreux dissous dans 100^{gr} d'eau, 400^{gr} d'alcool à 95 et 400^{gr} de pinène. Il est bon de refroidir quand on fait le mélange, qui s'échauffe. On abandonne ensuite le tout à lui-même, en agitant de temps en temps; au bout de huit jours, nous avons constaté qu'environ le dixième du pinène s'était transformé en terpinéol; mais cette transformation est fonction du temps et, si l'on attend deux mois, la réaction a atteint les deux tiers du terpène.

» On entraîne ensuite par la vapeur d'eau; l'alcool passe d'abord avec un peu d'essence, ensuite un mélange de terpinéol et de pinène et enfin du terpinéol. On aura une nouvelle quantité de ce dernier corps en soumettant le mélange de terpinéol et de pinène à un nouvel entraînement.

» Le terpinéol ainsi obtenu est souillé de produits azotés et peut-être aussi d'autres produits. On le sèche sur du chlorure de calcium, on le distille dans le vide et l'on recueille ce qui passe de 110° à 125° sous la pression de 15^{mm}; le produit ainsi obtenu sent déjà très bon, mais ce n'est pas encore du terpinéol pur. On le traite ensuite, suivant le procédé de M. Duyk, par une solution concentrée de salicylate de sodium, qui dissout l'alcool et laisse les produits étrangers; une nouvelle rectification sous pression réduite donne un liquide d'une odeur franche et nette de terpinéol; le rendement est d'environ 75 pour 100 du pinène transformé.

» Nous avons analysé ce corps et pris son poids moléculaire; les résultats obtenus conduisent à la formule $C^{18}H^{10}O$, qui est celle du terpinéol.

» Traité par un germe de terpinéol cristallisé, il cristallise à son tour, mais très lentement. Les cristaux ainsi obtenus fondent à 35°, comme le terpinéol sur lequel M. Wallach a fait ses importants travaux.

» Il agit sur la lumière polarisée; sa déviation pour la raie D est $\alpha_D = -30°53'$ à la température de 22°.

» La densité à l'état liquide est de 0,950 à 18°, son indice de réfraction $n_D = 1,476$ à la même température, ce qui donne pour la réfraction moléculaire de ce corps le nombre 45,612. La réfraction moléculaire théorique du terpinéol est, en admettant la double liaison, 45,82. Si, du reste, on traite le corps précédent par le brome, on voit également qu'il existe dans la molécule une double liaison.

» Nous avons continué d'identifier le produit précédent avec le terpinéol, en faisant son nitrosochlorure d'après la méthode de M. Wallach. Nous l'avons même obtenu

assez pur pour pouvoir prendre son point de fusion, qui est de 83°, point de fusion que nous n'avons vu donné nulle part.

» Enfin, traité par l'acide bromhydrique, il donne l'α-dibromhydrate de dipentène, très bien cristallisé, fondant à 58° et dont nous avons fait l'analyse complète. Nous avons du reste fait une expérience comparative avec le terpinéol.

» Nous devons donc admettre que le produit que nous avons obtenu est bien du terpinéol.

» Nous avons répété les expériences précédentes avec l'australène.

» Suivant nos prévisions, nous avons obtenu du terpinéol droit; il a pour pouvoir rotatoire $\alpha_D = +5°$, à la température de 20°; le point de fusion, l'indice de réfraction et la densité sont les mêmes que celles de l'alcool précédent. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Nouveaux caractères de l'excitation électrique brève transmise par le nerf.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans une Note précédente (18 février), j'ai appelé l'attention sur un phénomène électrique particulier, généralement oscillatoire, consécutif à l'excitation unipolaire brève d'un nerf, se propageant le long de cet organe avec la vitesse de l'agent nerveux, et pouvant être transmis à un second nerf par un conducteur métallique et le mettre en état d'excitation.

» Ce phénomène électrique est indépendant de la conduction proprement dite, qui se fait par le cordon nerveux dans les mêmes conditions que par un corps humide d'une assez grande résistance (résistance que j'ai trouvée voisine de 100 000 ohms par centimètre [1]).

» Cette double conduction, l'une rapide, l'autre lente, que j'ai dissociée expérimentalement, est assez difficile à interpréter. On peut, cependant, faire l'hypothèse que la conduction rapide a lieu par l'intermédiaire de la surface ou plutôt des gaines nerveuses, lesquelles n'ont dans la physiologie de l'organe qu'un rôle protecteur, tandis que la conduction lente tiendrait à l'intervention des cylindres-axes, c'est-à-dire de la matière nerveuse proprement dite.

» Et, par le fait, on connaît déjà une réaction électrique de cette matière nerveuse en état de fonctionnement; c'est la variation négative du courant

(1) *Archives de Physiologie;* 1894.

de repos, d'après laquelle un point excité du nerf devient négatif et transmet à distance une onde négative qui chemine avec la vitesse de l'agent nerveux. Cette variation négative donne lieu à un courant momentané qui a pu servir à exciter bipolairement un autre nerf (patte galvanoscopique).

» Notre phénomène de la conduction lente unipolaire doit évidemment offrir un rapport externe avec la variation négative, qui se produit dans des conditions analogues et chemine avec la même vitesse. Mais on ne saurait identifier absolument les deux phénomènes pour les raisons suivantes :

» 1° La conduction lente peut transmettre des excitations plus intenses que le maximum d'excitation dû à une variation négative.

» 2° La variation négative, étudiée bipolairement jusqu'ici, n'a été obtenue que sur des nerfs excisés ou tout au moins sectionnés en partie, tandis que la conduction lente se manifeste aussi facilement sur le nerf frais et en place.

» 3° La variation négative se termine simplement par le retour à l'état électrique primitif; dans la conduction lente, ce retour est généralement oscillatoire, c'est-à-dire que le phénomène initial (si tant est qu'il corresponde toujours à un état négatif, ce que je ne suis pas en mesure d'affirmer) est suivi alors d'alternatives électriques probablement de sens opposés.

» Je dis *probablement*, en me basant sur les faits d'ordre physiologique décrits dans ma dernière Note, lesquels consistent en une série d'excitations périodiques dissociables du second nerf. Mais nous pouvons faire un pas de plus, et affirmer que ces successions alternatives d'état négatif et d'état positif existent réellement dans l'excitation transmise à ce nerf.

» C'est ce que m'a montré l'étude physique du courant transmis. En effet, si, au lieu de faire aboutir à un second nerf ou nerf témoin le conducteur métallique qui précédemment devait recueillir l'excitation ayant parcouru le premier nerf, on relie ce conducteur à l'une des bornes d'un galvanomètre balistique très sensible (boussole Wiedemann-d'Arsonval) et si l'on met l'autre borne à la terre, on observe réellement, en décomposant le phénomène, des impulsions successives de l'aiguille dans les deux sens; ces impulsions sont sensiblement périodiques et se produisent corrélativement aux alternatives de contraction et de repos constatées dans la patte galvanoscopique; seulement, comme la durée de chacune d'elles est de l'ordre du $\frac{1}{10000}$ de seconde, on ne les observe au galvanomètre que si elles sont dissociées dans le temps, c'est-à-dire en établissant la communication avec le galvanomètre pendant un temps très court et à des moments de plus en plus éloignés de l'excitation.

» Les mêmes observations ont été répétées à l'aide de l'électromètre Lippmann, l'une des bornes étant à la terre et l'autre borne en communication avec le nerf directement excité.

» Nous aurons à revenir sur l'étude de ces oscillations, dont il importait avant tout de bien établir la nature électrique. Ce que je veux indiquer aujourd'hui, c'est que, si parfois elles paraissent faire défaut avec l'une des méthodes précédentes, il ne faut pas nécessairement en conclure à leur absence, la méthode électrométrique pouvant se montrer plus efficace que la méthode physiologique, suivant des conditions encore mal déterminées. Il en est de même pour leur nombre apparent, qui peut être très variable. »

PHYSIOLOGIE. — *Contribution à l'étude psycho-physiologique des actes vitaux en l'absence totale du cerveau chez un enfant.* Note de MM. **N. Vaschide** et **Cl. Vurpas.**

« Le hasard ayant fourni à notre observation un cas d'anencéphalie, nous avons profité de cette expérience de physiologie réalisée par la nature chez l'homme à sa naissance, pour entreprendre des recherches expérimentales de psycho-physiologie, corroborées par un examen nécropsique.

» Pour suivre un plan conforme aux recherches des laboratoires de Physiologie, nous décrirons d'abord l'état anatomique du système nerveux.

» L'autopsie nous montre l'absence de la calotte cranienne, et à la place une petite tumeur kystique, divisée en plusieurs cavités contenant un liquide jaune citron. L'excision de cette tumeur conduit sur le système nerveux central, qui se compose uniquement du bulbe, de la protubérance sans les fibres arciformes ni les pédoncules cérébelleux, probablement de rudiments des tubercules quadrijumeaux.

» En avant de la masse nerveuse, on voit un tissu lardacé, rougeâtre, dur à la coupe. Le plancher du quatrième ventricule est à découvert. Une simple bande conjonctive le recouvre. A sa partie supérieure, on remarque un petit pertuis qui semble continuer l'aqueduc de Sylvius. Immédiatement en avant, la substance nerveuse présente quatre éminences blanchâtres, qui font penser à des tubercules quadrijumeaux rudimentaires. Absence complète de cervelet et d'hémisphères cérébraux. A la face ventrale, les artères vertébrales se réunissent pour former le tronc basilaire qui, à sa partie supérieure, donne naissance aux deux cérébrales postérieures. Ces dernières forment la limite antérieure du tissu nerveux.

» Deux filets blanchâtres, qui ne sont autres que les moteurs oculaires externes, se dirigent en avant et côtoient le tronc basilaire. Au-dessous, on voit l'émergence de la XIIe paire; en dehors, le groupe des VIIe et VIIIe et les nerfs vago-spinaux. La moelle paraît normale, ainsi que les ganglions rachidiens. L'ouverture de l'œil nous a laissé voir une membrane rappelant en tous points, microscopiquement au moins, la description que les auteurs donnent de la rétine. On observait également un bout du nerf optique.

» Cet enfant, du sexe masculin, naquit dix mois après la conception. Il vint en état de mort apparente. Des bains chauds et des frictions énergiques sur le corps le ranimèrent. Il vécut trente-neuf heures.

» A sa naissance, il pesait $2^{kg},620$. Les membres, les mains et les pieds en particulier, étaient plus longs et plus gros que normalement. Le côté droit du corps était sensiblement plus gros que le côté gauche. Nous regrettons de ne pouvoir préciser par des mesures ce que nous avançons, mais les conditions de l'expérience ont été semées de tant de difficultés qu'il nous a été impossible de le faire.

» Nous avons fait une étude minutieuse des phénomènes respiratoires et circulatoires, ainsi que de l'état moteur, des diverses sensibilités et des principales manifestations psychiques.

» La température rectale se maintenait à 28°. Tout le corps était froid, et il était très difficile de réchauffer le sujet. La respiration, dont nous avons recueilli des graphiques, revêtait le type très net de Scheyne-Stockes, variable d'ailleurs d'intensité et d'aspect sur le tracé. Le nombre des respirations était en moyenne de neuf par minute.

» Le pouls était à cent trente-huit pulsations à la minute. Le cœur battait plus rapidement au moment de la période inspiratoire et l'auscultation faisait entendre, à ce moment, quelques faux pas. Les périodes apnéiques et dyspnéiques ne produisaient aucune modification pupillaire.

» Les téguments étaient cyanosés; une pression même très légère à leur surface provoquait une couleur blanc pâle de la peau, tranchant sur le fond généralement violacé, qui disparaissait très rapidement après la cessation de l'attouchement.

» Les réflexes patellaires étaient difficiles à étudier, en raison de la contraction et de la raideur des membres; ceux de l'avant-bras étaient exagérés. Les réflexes idio-musculaires existaient.

» Du côté de l'œil, il y avait un exorbitisme très apparent, une teinte terne et vitreuse de la cornée, un strabisme externe exagéré au point de cacher la pupille derrière les commissures oculaires externes, une dilatation considérable des pupilles, surtout marquée à droite. On notait de l'immobilité pupillaire et l'absence de réflexe irien à une lumière même intense.

» L'enfant présenta, vingt heures après sa naissance, des attaques convulsives à début jacksonien, commençant par le membre supérieur gauche et se généralisant rapidement pour revêtir bientôt le type épileptoïde avec miction à la fin de la crise.

» Les réactions de défense aux impressions tactiles (chatouille de la plante des pieds), douloureuses (piqûres), thermiques étaient très nettes.

» Il y avait des mouvements concordants du corps et des réflexes associés (*flexion des jambes, retrait du corps* pour fuir une sensation désagréable, *succion, déglutition*).

» La gustation semblait abolie; pas de réaction lorsque l'on déposait du bromhydrate de quinine sur la langue.

» Pour l'odorat, un flacon de camphre placé sous le nez ne produisait rien; un flacon d'ammoniaque pur amenait nettement un rejet de la tête en arrière.

» Un bruit intense, une lumière vive, ne provoquaient aucun changement d'attitude ni aucun réflexe.

» L'enfant faisait entendre parfois quelques cris peu prolongés, mais il n'y avait

pas de pleurs véritables. On relevait aussi l'existence de mouvements spontanés. Souvent le sujet restait complètement immobile dans son lit, malgré sa respiration difficile. Il ne semble pas que l'on ait affaire ici à un véritable sommeil.

» Au moment de la mort, l'enfant, la bouche grande ouverte, était en proie à des troubles dyspnéiques et à des phénomènes de suffocation.

» L'examen histologique complet de tout le système nerveux central sera donné avec plus amples détails dans un travail ultérieur.

» *En résumé*, l'abaissement notable de la température, compatible avec une survie de trente-neuf heures, la rapidité concomitante du pouls, la respiration remarquablement ralentie et à type de Scheyne-Stockes, montrent l'importance et le rôle des hémisphères cérébraux dans la circulation, la respiration, la calorification.

» Les réflexes soit simples, soit surtout associés, la coordination des mouvements même compliqués, les sensibilités tactile, musculaire, thermique, la sensibilité à la douleur, saisies par les réactions de défense, existent déjà à la naissance en dehors de l'action du cerveau et du cervelet, dont l'absence est suivie de crises convulsives. »

ZOOLOGIE. — *Observations nouvelles sur les* Bathynomus, *Isopodes gigantesques des grands fonds*. Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. Filhol.

« Parmi les nouveautés zoologiques découvertes par M. Alexandre Agassiz dans les profondeurs de la mer Caraïbe, au cours des campagnes du *Blake*, il convient de citer un énorme Isopode que M. A. Milne-Edwards a succinctement décrit, en 1879, sous le nom de *Bathynomus giganteus* et qui a été figuré par M. Filhol dans son Ouvrage sur *la Vie au fond des mers*. Comme beaucoup d'espèces abyssales, ce remarquable Crustacé présente une aire géographique des plus étendues, car on le retrouve dans le golfe de Bengale, où il a été capturé par l'*Investigator*.

« Au Japon, il est représenté par une espèce plus réduite, le *B. Döderleini* (Ortmann), que M. le professeur Döderlein a rapporté d'Enoshima, et qui compte actuellement parmi les pièces rares du Musée de Strasbourg. Grâce à l'obligeance de MM. Agassiz et Döderlein, auxquels je suis heureux d'adresser mes remercîments, j'ai pu comparer minutieusement les exemplaires types des deux espèces, et en tirer quelques observations dignes d'intérêt.

» 1° *Adaptation en rapport avec la taille.* — Tandis que les antres Isopodes du même groupe (Cirolanidés) mesurent au plus $0^m,02$ à $0^m,03$ de longueur, le *B. Döderleini* atteint $0^m,10$ à $0^m,12$ et le type du *B. giganteus* $0^m,23$ de longueur sur $0^m,10$ de largeur. Malgré ses dimensions peu ordinaires, ce dernier *n'est pas encore adulte,* ainsi que j'ai pu m'en convaincre en le comparant à deux exemplaires mâles de *B. Döderleini;* il présente comme eux deux courtes verges, déjà représentées par M. Filhol, mais il est dépourvu de la tigelle copulatrice normale qu'on trouve bien développée sur le bord interne des pléopodes de la deuxième paire dans le *B. Döderleini.* La taille de l'adulte doit donc être véritablement démesurée.

» Chez les Isopodes normaux, les lames endopodiales des cinq paires de pléopodes suffisent aux besoins de la respiration; mais si l'on songe que l'accroissement en surface d'un animal augmente sensiblement en raison du carré de la taille et l'accroissement volumétrique en raison du cube, on conçoit que les lames respiratoires des Isopodes normaux ne suffisent pas à un être quatre fois plus grand, comme le *B. Döderleini,* ou neuf fois au moins, comme le *B. giganteus.* Aussi les Bathynomes sont-ils munis de houppes branchiales qui n'existent pas dans les Isopodes non parasites. Ces houppes ne prennent pas naissance, comme on l'a cru jusqu'ici, à la base des pléopodes, mais sur les bords antérieur et externe de leur endopodite; elles s'en détachent sous la forme de pédoncules nombreux et richement ramifiés qui débordent un peu sur la face antérieure et s'étalent surtout du côté postérieur de la lame; ces arborescences sont particulièrement grandes sur les pléopodes postérieurs. Dans le *B. Döderleini,* elles sont moins rameuses et moins touffues que dans le *B. giganteus,* l'animal qui les porte étant de plus faible taille. Il semble donc bien, comme le disait A. Milne-Edwards, « que l'ap-
» pareil respiratoire d'un Isopode ordinaire aurait été insuffisant pour
» subvenir aux besoins physiologiques des gigantesques Bathynomes ».

» 2° *Adaptation à la vie abyssale.* — Tandis que les Isopodes ordinaires ont au plus, dans chaque œil, 30 à 40 ocelles qui mesurent 8 à 10 centièmes de millimètre de diamètre, le *B. giganteus* en a près de 3000 dont la surface est presque double. Cet accroissement démesuré de l'œil n'est nullement un effet de l'augmentation de taille, car le *B. Döderleini* a des ocelles presque aussi grands et aussi nombreux que le *B. giganteus;* il est tout entier le résultat d'une adaptation à la vie abyssale. Afin de recueillir en plus grand nombre les faibles rayons phosphorescents qui éclairent le fond des mers, les yeux des Bathynomes se sont largement agrandis et ressemblent en cela aux yeux des Galathéides abyssaux (*Munida*), chez

lesquels le défaut de clarté des grands fonds n'a pas encore produit la cécité.

» 3° *Segmentation des appendices.* — En raison de leur grande taille, les Bathynomes se prêtent mieux que les Isopodes ordinaires à des observations morphologiques précises. Dans les deux espèces, j'ai pu constater que le sympodite des pléopodes compte toujours trois articles, qu'il en est de même pour la hampe des antennules et qu'un rudiment de fouet accessoire existe au sommet de cette hampe. La présence de ce fouet accessoire est un caractère primitif qui rapproche les Bathynomes, et par suite les Cirolanidés, du groupe des Anisopodes.

» La découverte de trois articles dans la hampe de plusieurs appendices des Bathynomes justifie les vues de M. H.-J. Hansen sur la structure des pattes des Crustacés. En fait, les appendices de ces animaux, et sans doute aussi ceux des autres Arthropodes, ont un nombre d'articles supérieur d'une unité à celui qu'on a coutume de leur attribuer. Tantôt l'article méconnu reste indépendant, tantôt il s'atrophie, souvent il prend part à la formation des parois du corps, soit seul, soit réuni avec le suivant; la pièce pleurale ainsi constituée correspond par sa position aux épisternites de Henri Milne-Edwards; c'est elle qui porte les pleurobranchies chez les Crustacés décapodes. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la sensibilité des végétaux supérieurs à des doses très faibles de substances toxiques.* Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans ses belles recherches sur la végétation du *Sterigmatocystis nigra*, Raulin a montré que ce champignon est très sensible à l'action des substances toxiques. C'est ainsi que, pour lui,

Le nitrate d'argent	est encore vénéneux à la dose de $\frac{1}{1600000}$	du poids du liquide,
Le chlorure de mercure	» $\frac{1}{512000}$	»
Le chlorure de platine	» $\frac{1}{8000}$	»
Le chlorure de cuivre	» $\frac{1}{240}$	»

» Ces faits étant bien établis, il était intéressant de voir si les végétaux supérieurs manifestent, à l'égard des agents toxiques, une sensibilité aussi grande. C'est la question que j'ai cherché à résoudre, en prenant comme matériaux d'études de jeunes plantules de blé de Bordeaux. Ces plantules,

mises dans l'eau parfaitement distillée, donnent naissance à de très longues racines, pouvant atteindre plus de $0^m,30$. Au contraire, mises dans une solution toxique, ou bien ces racines sont tuées, ou bien leur croissance est considérablement diminuée; il suffit parfois, comme on va le voir, de traces de ces substances pour obtenir des racines rabougries. Réciproquement, quand un grain de blé, mis à germer dans un liquide, donne des racines de faible longueur, on peut en déduire que ce dernier contient des molécules toxiques. Partant de ce principe, j'ai fait une série de solutions de plus en plus diluées d'une même substance dans de l'eau distillée, et j'ai noté, au bout d'une quinzaine de jours, par exemple, la longueur des racines du blé que l'on y avait mis à germer. J'ai ainsi constaté, comme limite des doses auxquelles l'action nocive se fait encore sentir, les chiffres suivants, pour les divers sels :

Sulfate de cuivre [1]	$\frac{1}{700\,000\,000}$	Chlorure de baryum	$\frac{1}{10\,000}$
Bichlorure de mercure	$\frac{1}{30\,000\,000}$	Iodure de calcium	$\frac{1}{10\,000}$
Chlorure de cadmium	$\frac{1}{10\,000\,000}$	Azotate de strontium	$\frac{1}{6000}$
Sulfate d'argent	$\frac{1}{2\,000\,000}$	Azotate de lithium	$\frac{1}{5000}$
Nitrate d'argent	$\frac{1}{1\,000\,000}$	Azotate de baryum	$\frac{1}{4200}$
Chlorure de palladium	$\frac{1}{500\,000}$	Sulfate de lithium	$\frac{1}{4000}$
Nitrate de plomb	$\frac{1}{100\,000}$	Acétate de sodium	$\frac{1}{2000}$
Sulfate d'aluminium	$\frac{1}{50\,000}$	Acétate de magnésium	$\frac{1}{2000}$
Sulfate de zinc	$\frac{1}{40\,000}$	Borate de sodium	$\frac{1}{1600}$
Permanganate de potassium	$\frac{1}{15\,000}$	Acétate de baryum	$\frac{1}{1000}$
Nitrate de manganèse	$\frac{1}{13\,000}$	Chlorure de manganèse	$\frac{1}{1000}$
Chlorure de lithium	$\frac{1}{12\,000}$	Bromure de calcium	$\frac{1}{400}$
Chlorure d'aluminium	$\frac{1}{10\,000}$	Chlorure de calcium	$\frac{1}{260}$
Iodure de magnésium	$\frac{1}{10\,000}$		

(1) Cette sensibilité des plantules aux sels de cuivre est telle que leurs racines restent courtes dans l'eau distillée du commerce, laquelle est faite, en général, dans un alambic de cuivre. Le même phénomène se produit lorsqu'on les fait germer dans de l'eau distillée à l'alambic de verre et qu'on les soutient à la surface du liquide à l'aide d'épingles en laiton : c'est ce fait, insignifiant en apparence, qui a fait croire à quelques auteurs que l'eau distillée était toxique par elle-même. Nous avons rédigé, sur ce sujet, un Mémoire qui a été communiqué à l'*Association française pour l'avancement des Sciences* (Congrès de Paris, août 1900), mais qui n'est pas encore paru; c'est ce qui explique que MM. Dehérain et Demoussy n'en ont pas eu connaissance avant leur intéressante Communication à l'Académie du 4 mars 1901, Communication dans laquelle ils arrivent aux mêmes conclusions que moi. Remarquons toutefois que la partie essentielle de ce Mémoire avait paru dans la *Nature* du 18 février 1900.

Notons aussi que le mercure, à l'état métallique, n'a pas une action analogue : les

» Dans les proportions indiquées ci-dessus, je le répète, les substances toxiques ne tuent pas les plantules, mais agissent d'une manière défavorable sur la croissance de leurs racines.

» On voit que la plupart de ces doses sont extrêmement faibles. Elles font penser que la présence d'éléments toxiques dans le sol, même en quantité infinitésimale, peut agir sur la flore d'un pays. C'est un point qui n'a pas encore été abordé et sur lequel j'attire l'attention : il intéresse autant la pratique agricole que la physiologie végétale.

» *En résumé,* la conclusion qui se dégage de cette étude est que les plantes supérieures, tout autant et même souvent plus que les champignons inférieurs, permettent d'apprécier la présence de substances toxiques, l'argent, le mercure, le cuivre, le cadmium, par exemple, à une dose où l'analyse chimique est impuissante à la manifester. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches anatomiques sur l'aoûtement des sarments de vigne.* Note de M. **Kövessi**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Depuis que l'on s'occupe de la reconstitution des vignobles, on a remarqué souvent que les greffes faites sur la plupart des vignes américaines ne réussissent pas toujours d'une façon égale. On distingue dans la pratique les sarments *bien aoûtés*, qu'il faut toujours préférer, et les sarments *mal aoûtés,* que l'on doit éviter d'employer.

» Aux différences externes, connues des praticiens, se joignent des différences internes, que je me propose de préciser.

» Dans cette étude je me suis occupé :

» I. De l'épaisseur des parois cellulaires;

» II. De la quantité totale d'amidon et du poids sec des sarments.

» I. Pour l'étude de l'épaisseur des parois cellulaires, j'ai opéré sur des *Vitis riparia, V. rupestris, V. Berlandieri, V. vinifera,* et sur un grand nombre d'hybrides ou variétés de ces espèces. J'ai comparé entre eux :

---

germinations s'opèrent parfaitement bien dans un flacon contenant du mercure au fond et, au-dessus, de l'eau distillée à l'alambic de verre. Ce fait a, au point de vue de la physiologie végétale pratique, d'autant plus d'intérêt que l'on sait que les vapeurs dégagées par le mercure dans l'air sont nuisibles aux végétaux.

1° des sarments ayant poussé dans des conditions identiques; 2° des sarments ayant grandi dans des conditions différentes.

» 1° Les sarments qui ont poussé dans des conditions identiques ont leurs cellules sensiblement de même taille; ce qui diffère, c'est l'épaisseur des membranes.

» On comprend qu'aucune différence ne puisse exister dans la zone génératrice libéro-ligneuse; mais pour toutes les autres régions du bois ou du liber il y a une différence très nette entre l'épaisseur moyenne de la paroi dans des régions anatomiquement comparables. Cette différence est toujours à l'avantage des rameaux bien aoûtés: elle va sans cesse croissant à mesure que l'on considère des régions plus éloignées de l'assise génératrice.

» La marche ascendante que l'on remarque dans cette différence quand on s'éloigne de l'assise génératrice est beaucoup moins accentuée pour les rayons médullaires, dont les cellules restent parenchymateuses, que pour les cellules ou les vaisseaux du bois, dont les membranes sont toujours fortement lignifiées.

» Les épaisseurs minima des cellules des régions anatomiquement comparables sont sensiblement les mêmes; les épaisseurs maxima sont nettement plus grandes dans les rameaux bien aoûtés que dans les rameaux mal aoûtés.

» Il en résulte que, pratiquement, un sarment est d'autant mieux aoûté que l'épaisseur des parois cellulaires du bois environnant la moelle est plus considérable.

» 2° Dans le cas où deux sarments se développent dans des milieux différents (conditions de sol, d'humidité, etc.) les cellules comparables sont elles-mêmes de tailles différentes, et alors ce qu'il faut étudier ce n'est plus l'épaisseur absolue des parois, mais le rapport entre leur épaisseur moyenne et le diamètre moyen de la cellule, c'est-à-dire ce que l'on peut appeler l'*épaisseur relative* des parois.

» J'ai trouvé que cette *épaisseur relative*, pour les cellules comparables du bois, est d'autant plus grande qu'un rameau est mieux aoûté.

» On trouve des différences de même ordre si l'on compare entre elles les parois des fibres du liber. Mais j'insiste principalement sur le bois, parce que, quand on a employé des sarments mal aoûtés pour les greffes, il arrive fréquemment qu'au bout de quelques années les vignes dépérissent progressivement; et alors les assises extérieures aux lièges successifs ne peuvent plus être étudiées, tandis que le bois subsiste toujours. J'ai étudié maintes fois des vignes présentant cette cause de dépérissement.

Toujours, dans ce cas, le sarment qui avait fourni le sujet pour la greffe-bouture m'a présenté de la façon la plus nette, dans les bois de première année existant au moment de la greffe, les caractères d'un sarment mal aoûté.

» II. Pour l'étude de la quantité d'amidon et du poids sec, mes expériences ont porté sur une série de vingt sarments de *Vitis rupestris* (*var. du Lot*). Je les ai classés d'après les caractères extérieurs en une série, de telle façon que le premier était le mieux aoûté et le vingtième le moins bien. Ces sarments ne sont pas exceptionnels; on en trouve employés dans la pratique viticole tout aussi bien du dernier type que du premier.

» Je donne dans le Tableau suivant les résultats obtenus pour les sarments portant les n°s 1, 7, 14 et 20 de la série.

					Poids						
	Rayon en millimètres		Épaisseur en millimètres		de la substance sèche	de l'eau	de l'amidon		de la substance sèche	de l'eau	de l'amidon
					existant dans 100gr de sarments				existant dans 100cc de sarments verts.		
Numéro d'ordre du sarment.	du sarment.	de la moelle.	du bois.	du liber et de l'écorce.	verts.		secs.	verts.			
1...	5,25	1,0	3,0	1,25	58,36	41,64	17,57	10,25	67,70	48,30	12,13
7...	4,4	1,3	2,1	1,1	54,99	45,01	19,45	10,69	60,11	50,01	11,88
14...	3,4	1,5	1,3	0,6	48,53	51,47	18,18	8,82	53,44	56,68	9,71
20...	3,0	1,7	1,0	0,3	42,94	57,06	11,16	4,76	45,53	60,51	5,08

» Ce Tableau nous fait bien voir que :

» 1° La proportion de la substance sèche contenue dans un même poids ou dans un même volume de sarment est d'autant plus grande que le sarment est mieux aoûté. La proportion d'eau varie d'une manière inverse.

» 2° Le poids d'amidon renfermé dans un *même volume de sarment vert* est plus grand pour un sarment bien aoûté que pour un sarment mal aoûté.

» Il est important de rapporter la quantité d'amidon *au volume du sarment*, car, dans la pratique, ce sont des *dimensions linéaires* et non des poids que l'on donne pour les greffes-boutures : pour faire une greffe-bouture, on prend d'ordinaire des sarments qui ont une longueur de 15^{cm} à 35^{cm} et un diamètre de 6^{mm} à 12^{mm}.

» Les résultats donnés plus haut expliquent nettement pourquoi les greffes faites sur des sarments mal aoûtés donnent de si mauvais résultats. En effet, si leur végétation commence avec une quantité de matières de réserve deux ou trois fois moindre, on conçoit qu'ils ne peuvent arriver à un aussi beau développement.

» 3° La quantité d'amidon et le poids sec augmentent dans le même sens que les *dimensions relatives des tissus lignifiés*. Un sarment est donc d'autant mieux aoûté que l'épaisseur totale du tissu lignifié est plus grande et que le diamètre de la moelle est plus petit.

» La cellulose, l'amidon et les matières minérales ayant une densité supérieure à celle de l'eau, le sarment qui contient le plus de substance sèche possède une densité plus considérable ; le sarment bien aoûté a donc une plus forte densité que le sarment mal aoûté.

» En résumé, les rameaux sont d'autant mieux aoûtés que *leurs parois cellulaires sont plus épaisses* et que *leurs cellules renferment plus d'amidon*, c'est-à-dire que *leur différenciation est plus complète*. Le rameau mal aoûté a subi les transformations anatomiques de l'aoûtement, mais à un faible degré; il s'est arrêté à un stade peu avancé de développement et de différenciation de ses tissus. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un insecte fossile trouvé dans le Trias en Lorraine.* Note de M. **P. Fliche**, présentée par M. Albert Gaudry.

« C'est assez tardivement qu'on a signalé des insectes dans le Trias; le nombre des espèces fossiles de cette provenance décrites jusqu'à présent est restreint, surtout en Europe; de plus, il n'en a été rencontré aucun en France. Cela me semble donner quelque intérêt à une empreinte d'élytre que j'ai trouvée récemment sur un échantillon du Muschelkalk supérieur des environs de Lunéville.

» L'échantillon dont il s'agit a été recueilli à Chauffontaine, aux environs de Lunéville, par Lebrun dans un ensemble de couches dont l'attribution, soit au Trias moyen supérieur, soit à la base du Trias supérieur, a fait l'objet de beaucoup de discussions; la question paraît définitivement tranchée en faveur de la première opinion. L'échantillon appartient à l'École des Mines; il fait partie d'un groupe de fossiles que M. Zeiller m'a confié en vue d'un travail sur la flore du Trias lorrain que je poursuis en ce moment.

» L'empreinte est très nette; elle exclut, lorsqu'on l'examine avec soin, toute attribution à un organe végétal, tandis que la ressemblance est complète par la forme, la consistance, le mode d'attache, avec une élytre de Buprestide, et même avec ce qu'on voit chez les insectes de cette famille réunis par Heer sous le nom de *Glaphyroptera*, genre provisoire créé pour des espèces à élytres peu bombées, lisses et brillantes; ce dernier caractère seul ne peut plus se constater, on le conçoit, sur le fossile de Chauffontaine, mais les deux autres sont si nets que l'attribution semble incontestable.

» C'est surtout dans le Lias, en Suisse, qu'Heer a trouvé des *Glaphyroptera* d'espèces assez nombreuses; il en a signalé aussi un dans le Keuper

du même pays, à un horizon géologique très voisin, on le voit, de celui de Chauffontaine; il lui a donné le nom de *G. Pterophylli*. L'insecte lorrain appartient certainement à une autre espèce; il diffère par sa taille beaucoup moindre et par quelques détails de forme. Il diffère aussi de tous les *Glaphyroptera* du Lias décrits par Heer; il offre néanmoins des caractères qui le rapprochent de deux d'entre eux, mais dont la combinaison l'éloigne des deux. C'est donc une espèce nouvelle à laquelle je donnerai, dans le Travail complet que je publierai sur elle, le nom de *G. lotharingiaca*, rappelant le pays où elle a été trouvée.

» Comme le fait observer Heer, les insectes actuels, avec lesquels les *Glaphyroptera* ont le plus d'analogie, sont sylvicoles et lignivores; on peut en tirer la conclusion qu'eux-mêmes avaient un genre de vie identique; qu'ils vivaient dans la tige des Gymnospermes arborescentes, des conifères tout particulièrement, dont on trouve les restes dans le Trias, en Lorraine, comme ailleurs. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les périodes de l'aurore australe*. Note de M. **Henryk Arctowski**.

« Dans une Note sur les aurores australes observées pendant l'hivernage de l'Expédition antarctique belge ([1]), et dans quelques autres Notes ([2]), j'ai fait connaître plusieurs faits nouveaux sur les aurores polaires des régions antarctiques.

» Deux de ces faits me paraissent être remarquables : c'est d'abord l'analogie qu'il y a entre les aurores australes notées à bord de la *Belgica* et les aurores boréales observées en 1878-1879 par A.-E. Nordenskiold; puis la simultanéité du phénomène auroral dans les deux hémisphères signalée, à propos de mes observations, par A. Harvey, de Toronto ([3]).

» Je désire actuellement insister davantage sur les résultats des observations faites au cours du voyage de la *Belgica*, en communiquant à l'Aca-

([1]) *Comptes rendus*, Séance du 7 mai 1900.

([2]) *Sur une analogie remarquable entre l'aurore australe et l'aurore boréale* (*Ciel et Terre*, n° du 16 mai 1900). — *Une aurore australe mouvementée* (*Ciel et Terre*, n° du 1er janvier 1901). — *Sur les aurores australes et boréales* (*Ciel et Terre*, n° du 1er février 1901).

([3]) *Geographical Journal*, t. XVI, p. 691.

démie les chiffres relatifs aux variations qu'ont subies les phénomènes de l'aurore polaire (dans notre station d'observation) pendant les mois de mars à septembre de l'année 1898.

» La période diurne de l'aurore australe, telle qu'elle résulte de l'ensemble des soixante aurores notées et décrites, nous est fournie par les nombres d'observations correspondant à chaque heure. Les sommes obtenues sont :

5h.	6h.	7h.	8h.	9h.	10h.	11h.	Minuit.	1h.	2h.	3h.	4h.	5h.	6h m.
3	3	14	25	31	29	26	25	24	23	10	4	2	1

» Le maximum de la période diurne est à 9^h du soir, et si l'on trace la courbe, en prenant les heures pour abscisses et les sommes pour ordonnées, on constate une analogie parfaite avec les résultats de certaines stations du nord, avec les observations de Jan Mayen (1882-1883), par exemple (1).

» Pourtant, la courbe devient quelque peu différente si, au lieu de faire intervenir toutes les observations, on élimine celles qui (à cause de conditions météorologiques défavorables) n'ont pu être suivies depuis leur moment d'apparition jusqu'à l'extinction complète de la lueur aurorale. Les 17 aurores qui ont été observées dans leur développement complet, depuis le commencement jusqu'à la fin, nous fournissent les chiffres suivants :

5h.	6h.	7h.	8h.	9h.	10h.	11h.	Minuit.	1h.	2h.	3h.	4h.	5h. m.
2	2	6	12	14	15	17	15	14	11	6	2	1

» On obtient ainsi un maximum à 11^h du soir, au milieu d'un développement plus accentué du phénomène auroral qui dure depuis 8^h du soir jusqu'à 2^h du matin.

» La courbe de la période annuelle des aurores peut être tracée à l'aide des chiffres suivants :

	Mars.		Avril.			Mai.			Juin.			Juillet.			Août.			Sept.
Décades..	2e.	3e.	1re.	2e.	3e.	1re.	2e.	3e.	1re.	2e.	3e.	1re.	2e.	3e.	1re.	2e.	3e.	1re.
Nombre d'aurores........	5	7	3	4	5	1	2	3	1	3	3	3	5	4	1	4	2	5
	18		12			6			7			12			7			15

» Ces chiffres nous indiquent trois maxima et deux minima : mars 18

(1) Adolf Bobrik von Boldra, *Polarlicht und Spektral-Beobachtungen, Pl. I.*

(12 pour 2 décades), septembre 15 (5 pour 1 décade), juillet 12, et les minima de 7 aurores en août et de 6 aurores en mai.

» La courbe, qu'il est facile de tracer, offre de nouveau une analogie frappante avec la courbe de Jan Mayen et les résultats d'autres stations boréales.

» Remarquons, du reste, que les chiffres indiqués sont indépendants des conditions atmosphériques, car les rapports entre les nombres d'aurores observées et les nombres de nuits (pour chaque mois) où la nébulosité a été nulle ou faible, sont :

$$\frac{12}{9}, \quad \frac{12}{14}, \quad \frac{6}{11}, \quad \frac{7}{17}, \quad \frac{12}{23}, \quad \frac{7}{16}, \quad \frac{5}{8}.$$

» Il est donc visible que les variations signalées sont propres à l'aurore australe. »

HYDROGRAPHIE. — *Note relative à un Atlas lithologique et bathymétrique des côtes de France* [1], par M. **J. Thoulet.**

« L'Atlas lithologique et bathymétrique des côtes de France, dont j'ai l'honneur de présenter à l'Académie les sept premières feuilles, se composera de vingt-deux feuilles.

» .... L'étude de fonds recueillis dans l'Iroise en 1897 et 1898 et leur comparaison avec les fonds des mêmes parages, décrits trente-cinq années auparavant par le commandant de Roujoux, m'ont permis d'affirmer la permanence de la constitution d'un fond à la même place. Elle résulte de la constance, au même endroit, de la somme des faits maritimes : relief du sol immergé, courants, marées, disposition géographique des rivages, nature géologique des terres voisines et autres. Cette permanence ne comporte que de très rares exceptions, sur les plages basses, par exemple, ou dans des mers si peu profondes que, dans certaines de leurs parties, elles ne sont en réalité que des plages....

» En dressant ces cartes, je me suis proposé de permettre à tout observateur, en quelque localité que ce fût, n'eût-il exécuté qu'un seul sondage et qu'une seule analyse de l'échantillon recueilli, de noter ce point sur la feuille correspondante de l'Atlas, de donner au fond un nom indiquant

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 623; 16 octobre 1899.

sa composition, enfin de le figurer graphiquement par une couleur ou un signe spécial ([1]).

» J'ai donc établi une classification des fonds, basée sur les proportions relatives des grains minéraux des diverses grosseurs et sur la proportion du calcaire. Ces valeurs sont obtenues par des tamisages et des pesées, dont j'ai exposé ailleurs les procédés et décrit les appareils. L'ensemble constitue l'analyse mécanique.

» Cette analyse mécanique doit être suivie d'une analyse minéralogique, d'analyses chimiques et d'une analyse biologique, ensemble d'études ayant pour conclusion l'histoire détaillée du fond, la découverte des circonstances qui l'ont fait et le maintiennent tel qu'il est actuellement.

» Je me suis livré à environ deux cents de ces analyses. Mon Travail n'est d'ailleurs qu'une esquisse, destinée à être améliorée par des efforts auxquels je me suis borné à assurer une unité de direction.... »

M. B. Dupuy adresse une réclamation de priorité, concernant la découverte de l'alcaloïde et du glucoside de l'érysimum.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géométrie, par l'organe de son doyen, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Ch. Hermite* :

En première ligne. . . . . M. Georges Humbert.
En deuxième ligne. . . . . M. Édouard Goursat.
En troisième ligne, par ordre alphabétique . . . MM. Émile Borel, Jacques Hadamard.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

[1] *Analyse mécanique des sols sous-marins* (*Annales des Mines*, avril 1900).

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 février 1901.

(*Suite.*)

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, t. XIII, n° 145, livraison du 15 janvier 1901. Paris, Paul Dupont; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Institut Pasteur, fondées sous le patronage de M. Pasteur et publiées par M. E. Duclaux, Membre de l'Institut; 4e année, t. XV, n° 1, 25 janvier 1901. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société entomologique de France, 1901, n° 1. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction du Secrétaire de la Société, M. E. Collignon; 100e année, t. CI, 1er semestre, n° 1, 31 janvier 1901. Paris; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen; 4e série, 35e année, 1er et 2e semestres 1899; Rouen, impr. Julien Lecerf, 1900; 1 vol. in-8°.

Comptes rendus mensuels des réunions de la Société de l'Industrie minérale, janvier 1901. Saint-Étienne; 1 fasc. in-8°.

Carlo Hermite, Commemorazione letta dal socio Enrico d'Ovidio. (Estr. dagli *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino*, vol. XXXVI, Adunanza del 27 gennaio 1901.) Turin, C. Clausen; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Inaugurazione del monumento à Francesco Brioschi, nel R. Istituto tecnico superiore di Milano, 13 dicembre 1900. Milan, typ. Umberto Allegretti, 1901; 1 fasc. in-8°.

La courbe des apsides et les solutions singulières de l'équation différentielle de l'orbite géocentrique de la Lune, par le prof. A.-W. Krasnow (en langue russe). Varsovie, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Stabilità del suolo all'Osservatorio Etneo, A. Ricco e L. Franco. Catane, 1900; 1 fasc. in-4°.

Principali fenomeni eruttivi avvenuti in Sicilia e nelle isole adiacenti nell'anno 1899, S. Arcidiacono. Modène, 1900; 1 fasc. in-8°.

Osservazioni della eclisse totale di Sole del 28 maggio 1900; relazione di P. Tacchini ed A. Riccò. Catane, 1900; 1 fasc. in-4°.

Osservazioni dell'eclisse parziale di Sole del 28 maggio 1900, fatte all'Osservatorio astrofisico di Catania; relazione di A. Mascari. (Estr. dalle *Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani*, vol. XXIX, 1901.) 1 fasc. in-4°.

Verslag van den Staat der Sterrenwacht te Leiden en van der aldaar volbrachte waarnemingen, in het tijdvak van 15 september 1896 tot 19 september 1898, uitgebracht door H.-G. Van de Sande Bakhuyzen. Leyde, 1898; 1 fasc. in-8°.

Report of the Chief of the Weather Bureau, 1898-99. Washington, 1900; 1 vol. in-4°.

Tables of daily precipitation at special river and rainfall stations of the United States Weather Bureau, for the years 1893, 1894, 1895; prepared under direction of Willis L. Moore, Chief U. S. Weather Bureau. Washington, 1900; 1 vol. in-8°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 25 février 1901.)

Note de M. *Ed. Maillet*, Sur une certaine catégorie de fonctions, etc. :

Page 460, ligne 24, *au lieu de*

$$\varphi = \frac{\theta_1}{x^{\psi_1}}\psi(1) + \ldots + \frac{\theta_n}{x^{\psi_n}}\psi(n) + \ldots,$$

lisez

$$\varphi = \frac{\theta_1}{x^{\psi(1)}}\psi(1) + \ldots + \frac{\theta_n}{x^{\psi(n)}}\psi(n) + \ldots.$$

N° 10.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 11 mars 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 10.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

COMITÉ SECRET.

PARIS. - IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1901

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 11 (18 Mars 1901).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 MARS 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NAVIGATION. — *Sur l'emploi des circumméridiennes à la mer;* par M. E. Guyou.

« Les auteurs qui se sont occupés du problème des circumméridiennes à la mer, notamment Chauvenet et Hilleret, indiquent la méthode suivante pour déduire de deux hauteurs circumméridiennes la latitude du navire :

» La correction à appliquer à une hauteur circumméridienne observée, pour que l'on puisse la traiter comme méridienne, est de la forme αp^2, où α représente un coefficient qui peut être considéré comme constant pendant la durée des observations et p l'angle au pôle.

» On conclut de là que, si l'on peut négliger le changement en latitude dans l'intervalle de deux observations, la différence des hauteurs observées

satisfait à la formule

$$\alpha(p_2^2 - p_1^2) = \alpha(p_2 - p_1)(p_2 + p_1).$$

» Or le coefficient α est connu de l'observateur, l'intervalle $p_2 - p_1$ est donné par le chronomètre; on peut donc calculer $p_2 + p_1$ et, par suite, p_2 et p_1, et enfin la correction αp^2 correspondant à l'une des deux hauteurs.

» Cette méthode présente divers inconvénients : elle néglige la variation de la latitude qui, avec les vitesses actuelles, peut être très sensible; en outre, elle ne permet pas d'utiliser toutes les observations lorsque, comme il arrive souvent, il a été possible d'en prendre plusieurs. La méthode suivante sera préférable à tous les points de vue :

» On démontre que, dans les limites mêmes où le coefficient α peut être considéré comme constant, les latitudes calculées par la formule αp^2 avec une erreur constante sur le temps local varient proportionnellement au temps. Par suite, si l'on marque sur un graphique les points ayant pour abcisses les valeurs approchées $p_1, p_2, \ldots, p_n$ des angles au pôle, et pour ordonnées les valeurs calculées de la latitude, ces points seront situés sur une ligne droite, et l'ordonnée de cette droite correspondant à l'origine des abscisses sera la latitude à l'instant où $p = 0$. Cette latitude n'est pas rigoureusement celle à midi vrai, à cause de l'erreur constante sur l'angle au pôle; mais comme cette dernière erreur n'atteint jamais deux minutes d'heure, on peut négliger la différence entre le résultat cherché et celui qui a été obtenu. »

MÉCANIQUE. — *De la propagation des discontinuités dans un fluide visqueux.* Note de M. P. Duhem.

« I. Soit S une surface au passage de laquelle les composantes de la vitesse, la densité, la pression, la température, éprouvent des discontinuités; elles ont les valeurs u_1, v_1, w_1, ρ_1, Π_1, T_1 du côté 1; u_2, v_2, w_2, ρ_2, Π_2, T_2 du côté 2; n est la normale à la surface S, menée de 1 vers 2. Dans le temps dt, la surface S se déplace, dans la direction n, de $N\,dt$. Les deux quantités

$$\mathcal{E}_1 = N - u_1 \cos(n, x) - v_1 \cos(n, y) - w_1 \cos(n, z),$$
$$\mathcal{E}_2 = N - u_2 \cos(n, x) - v_2 \cos(n, y) - w_2 \cos(n, z),$$

sont forcément de même signe. On peut supposer les côtés 1 et 2 choisis de telle sorte qu'elles soient positives.

» Une couche fluide a, comprise à l'instant t entre la surface S et une surface S_2 située du côté 2 de S, à une distance $\mathcal{E}_2\,dt$, forme, à l'instant $(t+dt)$, une couche a' située entre S′ et une surface S'_1, située du côté 1 de S′, à une distance $\mathcal{E}_1\,dt$. La conservation de la masse donne, en tout point de la surface S, la relation, déjà écrite par Riemann,

$$\rho_1\mathcal{E}_1 = \rho_2\mathcal{E}_2. \tag{1}$$

» II. Supposons qu'en tous les points d'une masse fluide les vitesses varient d'une manière continue entre les instants t et $(t+dt)$; dans un élément dm, les composantes de la vitesse passent de u, v, w à $u', v'\ w'$. Donnons à chaque point matériel un déplacement virtuel δx, δy, δz, et, durant ce déplacement, laissons invariable la température de chaque élément; dans ce déplacement virtuel, les actions extérieures appliquées au fluide effectuent un travail $\delta\mathfrak{T}_e$, les actions de viscosité un travail $\delta\theta$, le potentiel interne éprouve une variation $\delta\mathcal{F}$. Il résulte du principe de l'énergétique que l'on a

$$dt(\delta\mathfrak{T}_e+\delta\theta-\delta\mathcal{F}) = \int[(u'-u)\,\delta x+(v'-v)\,\delta y+(w'-w)\,\delta z]\,dm. \tag{2}$$

» *Nous admettrons* que cette égalité demeure vraie même si u, v, w varient de quantités finies, dans le temps dt, en certains éléments, pourvu que la somme de ces éléments soit de l'ordre de dt.

» III. Dans un élément où u, v, w n'éprouvent pas de variations brusques, le travail virtuel des actions de viscosité est de la forme

$$\begin{aligned}&\nu_x\frac{\partial\,\delta x}{\partial x}+\nu_y\frac{\partial\,\delta y}{\partial y}+\nu_z\frac{\partial\,\delta z}{\partial z}\\&\quad+\tau_x\left(\frac{\partial\,\delta y}{\partial z}+\frac{\partial\,\delta z}{\partial y}\right)+\tau_y\left(\frac{\partial\,\delta z}{\partial x}+\frac{\partial\,\delta x}{\partial z}\right)+\tau_z\left(\frac{\partial\,\delta x}{\partial y}+\frac{\partial\,\delta y}{\partial x}\right).\end{aligned}$$

» Si l'on admet l'égalité précédente et si l'on applique les théorèmes connus d'Hydrodynamique aux parties du fluide qui, à l'instant t, se trouvent en dehors de a, on trouve sans peine l'égalité suivante :

$$\left\{\begin{aligned}&dt\,\delta\theta_a+\int\{[\rho_1\mathcal{E}_1(u_2-u_1)+(\Pi_1-\Pi_2+\nu_{x1}-\nu_{x2})\cos(n,x)\\&\qquad+(\tau_{z1}-\tau_{z2})\cos(n,y)+(\tau_{y1}-\tau_{y2})\cos(n,z)]\,\delta x+\ldots\}\,dS=0.\end{aligned}\right. \tag{3}$$

$+\ldots$ désigne deux termes en δy, δz, semblables au terme en δx; $\delta\theta_a$ est le travail virtuel des actions de viscosité au sein de la couche a. C'est cette quantité qu'il importe d'évaluer.

» IV. En un élément où u, v, w n'éprouvent pas de variation brusque à l'instant t, on admet que l'on a

$$(4)\quad \begin{cases} \nu_x = -\lambda(\rho, \mathrm{T})\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}\right) - 2\mu(\rho, \mathrm{T})\frac{\partial u}{\partial x}, \\ \tau_x = -\mu(\rho, \mathrm{T})\left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y}\right), \end{cases}$$

$$(5)\quad \lambda(\rho, \mathrm{T}) + 2\mu(\rho, \mathrm{T}) > 0, \qquad \mu(\rho, \mathrm{T}) > 0.$$

» Les égalités (4) sont vérifiées en tout élément que ne traverse pas la surface S, à l'instant t; que faut-il supposer pour ceux qu'elle traverse? Nous allons remplacer la surface S par une couche d'épaisseur infiniment petite ε, au sein de laquelle δx, δy, δz et leurs dérivées partielles varieront infiniment peu, tandis que u, v, w, ρ, T subiront, en la traversant, des variations finies. *Nous admettrons que les égalités* (4) *demeurent applicables même au sein de cette couche.* Nous pourrons écrire

$$(6)\quad (u_2 - u_1)\mathrm{L}_x = \int_0^\varepsilon \lambda(\rho, \mathrm{T})\frac{\partial u}{\partial n}dn, \qquad (u_2 - u_1)\mathrm{M}_x = \int_0^\varepsilon \mu(\rho, \mathrm{T})\frac{\partial u}{\partial n}dn.$$

» Pourvu seulement que u varie toujours dans le même sens de $n = 0$ à $n = \varepsilon$, les inégalités (5) donneront

$$(7)\quad \mathrm{L}_x + 2\mathrm{M}_x > 0, \qquad \mathrm{M}_x > 0.$$

» Le travail virtuel des actions de viscosité au sein de la couche d'épaisseur ε sera

$$(8)\quad \begin{cases} \int\Big[\mathrm{N}_x\frac{\partial\,\delta x}{\partial x} + \mathrm{N}_y\frac{\partial\,\delta y}{\partial y} + \mathrm{N}_z\frac{\partial\,\delta z}{\partial z} \\ \quad + \mathrm{T}_x\left(\frac{\partial\,\delta y}{\partial z} + \frac{\partial\,\delta z}{\partial y}\right) + \mathrm{T}_y\left(\frac{\partial\,\delta z}{\partial x} + \frac{\partial\,\delta x}{\partial z}\right) + \mathrm{T}_z\left(\frac{\partial\,\delta x}{\partial y} + \frac{\partial\,\delta y}{\partial x}\right)\Big]d\mathrm{S} \end{cases}$$

avec

$$(9)\quad \begin{cases} \mathrm{N}_x = -(\mathrm{L}_x + 2\mathrm{M}_x)(u_1 - u_2)\cos(n, x) \\ \qquad - \mathrm{L}_y(v_1 - v_2)\cos(n, y) - \mathrm{L}_z(w_1 - w_2)\cos(n, z), \\ \mathrm{T}_x = -\mathrm{M}_y(v_1 - v_2)\cos(n, z) - \mathrm{M}_z(w_1 - w_2)\cos(n, y). \end{cases}$$

» Sur la surface S, faisons choix d'un système de coordonnées curvi-

lignes orthogonales α, β, telles que $ds^2 = A^2\,d\alpha^2 + B^2\,d\beta^2$. Posons

$$(10)\quad \left\{\begin{aligned}
K_{x\alpha} &= \frac{1}{A}\left[N_x\cos(\alpha, x) + T_z\cos(\alpha, y) + T_y\cos(\alpha, z)\right],\\
K_{x\beta} &= \frac{1}{B}\left[N_x\cos(\beta, x) + T_z\cos(\beta, y) + T_y\cos(\beta, z)\right],\\
K_{xn} &= \quad N_x\cos(n, x) + T_z\cos(n, y) + T_y\cos(n, z)]\\
&= -\{(L_x + 2M_x)\cos^2(n, x) + M_x[\cos^2(n, y) + \cos^2(n, z)]\}(u_1 - u_2)\\
&\quad - [L_y\cos(n, z) + M_y\cos(n, y)]\cos(n, x)(v_1 - v_2)\\
&\quad - [L_z\cos(n, y) + M_z\cos(n, z)]\cos(n, x)(w_1 - w_2)
\end{aligned}\right.$$

et l'expression (8) deviendra

$$(11)\qquad \int\left(K_{x\alpha}\frac{\partial\,\delta x}{\partial\alpha} + K_{x\beta}\frac{\partial\,\delta x}{\partial\beta} + K_{xn}\frac{\partial\,\delta x}{\partial n} + \ldots\right)dS.$$

On voit sans peine que, en négligeant les infiniment petits, $\delta\theta_a$ peut, dans l'égalité (3), être remplacé par cette expression (11). Mais, en tout point de la surface S, on peut prendre

$$\begin{aligned}
\delta x &= 0, &&\text{partant} &\frac{\partial\,\delta x}{\partial\alpha} &= 0, &\frac{\partial\,\delta x}{\partial\beta} &= 0,\\
\delta y &= 0, &&\quad\text{»} &\frac{\partial\,\delta y}{\partial\alpha} &= 0, &\frac{\partial\,\delta y}{\partial\beta} &= 0,\\
\delta z &= 0, &&\quad\text{»} &\frac{\partial\,\delta z}{\partial\alpha} &= 0, &\frac{\partial\,\delta z}{\partial\beta} &= 0,
\end{aligned}$$

tout en laissant $\frac{\partial\,\delta x}{\partial n}$, $\frac{\partial\,\delta y}{\partial n}$, $\frac{\partial\,\delta z}{\partial n}$ arbitraires. L'égalité (3) exige alors que l'on ait, en tout point de la surface S,

$$(12)\qquad K_{xn} = 0, \qquad K_{yn} = 0, \qquad K_{zn} = 0.$$

Prenons un point quelconque sur la surface S; on peut toujours prendre pour axe des x la direction de la normale n en ce point; alors, en ce point,

$$\begin{aligned}
K_{xn} &= -(L_x + 2M_x)(u_1 - u_2),\\
K_{yn} &= -M_y(v_1 - v_2),\\
K_{zn} &= -M_z(w_1 - w_2).
\end{aligned}$$

Les égalités (12), jointes aux inégalités (7), donnent alors

$$(13)\qquad u_1 - u_2 = 0, \qquad v_1 - v_2 = 0, \qquad w_1 - w_2 = 0.$$

On a alors $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = N$, et l'égalité (1) donne $\rho_1 - \rho_2 = 0$.

» Comme le point choisi est quelconque sur la surface S, ces égalités sont vérifiées en tout point de la surface. *Si donc on admet notre hypothèse touchant la viscosité, une surface de discontinuité ne peut se propager dans un fluide visqueux.*

» Si l'on admet, au contraire, que ν_x, ν_y, ν_z, τ_x, τ_y, τ_z demeurent finis dans la couche d'épaisseur ε, $\delta\theta_a$ est infiniment petit et l'égalité (3) conduit à une généralisation facile de la théorie de Riemann et de Hugoniot. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section de Géométrie, en remplacement de M. *Ch. Hermite*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Humbert obtient	54	suffrages
M. Goursat »	2	»
M. Borel »	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Humbert**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur la loi de l'attraction universelle.* Mémoire de M. **H. Duport**, présenté par M. Appell. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Appell, Painlevé.)

« Je me propose, dans ce Mémoire, d'étudier les actions mutuelles d'atomes solides considérés comme des êtres de raison.

» A première vue, ces actions mutuelles semblent assez indépendantes les unes des autres; on verra qu'il n'en est rien, au contraire. Déjà, dans une Note récente, j'ai montré que le principe des forces vives, qu'il est si naturel d'admettre, conduit à deux équations, dont l'une est une équation

fonctionnelle et qui resserre dans des limites déjà étroites les actions mutuelles de deux atomes.

» Dans le Mémoire actuel, j'ai d'abord montré que l'on était conduit à appliquer à un système d'atomes le principe de la moindre action ou le principe d'Hamilton. J'ai ainsi obtenu la généralisation des formules célèbres de Mayer.

» Je fais ensuite voir qu'en combinant les équations ainsi obtenues avec le principe de l'indépendance des actions mutuelles de deux atomes, on est conduit à de nouvelles équations dont certaines sont encore fonctionnelles. On doit considérer que ces équations renferment, en germe, la loi de l'attraction universelle.

» J'ai aussi été conduit à poser deux principes nouveaux : celui de l'homogénéité et celui de la continuité. Si ces principes doivent être plus tard abandonnés, on peut néanmoins légitimement espérer qu'ils correspondront à des cas particuliers importants. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale deux projets qui doivent être présentés à la prochaine Assemblée générale de l'Association internationale des Académies, l'un transmis par l'Académie impériale des Sciences de Vienne, sous le titre : « Plan, betreffend die Herausgabe einer Real Encyclopädie des Islâm »; l'autre transmis par la Société Royale des Sciences de Saxe à Leipzig, sous le titre : « Antrag auf Bestellung einer Fach-Commission für menschliche und thierische Entwickelungsgeschichte und für Anatomie des Gehirnes ». A cette occasion, il rappelle que la première assemblée générale de cette Association aura lieu à Paris, le mardi 16 avril 1901.

M. Normand, élu Correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. de Istvanffi adresse ses remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.

M. **Bouquet de la Grye** appelle l'attention de l'Académie sur un Volume relatif à l'hydrographie du haut Yang-tse, par le P. *Chevalier*, et s'exprime comme il suit :

« Le Volume offert à l'Académie par le P. Chevalier, comme complément et justification du tracé de ses Cartes du haut Yang-Tse, contient, en outre du récit très intéressant de son exploration, des détails sur les observations astronomiques faites en cinquante points du grand fleuve dont une partie était inexplorée.

» Le P. Chevalier avait dans son bateau six chronomètres, dont il a calculé les marches au moyen des formules usuelles en tenant compte des variations dues à la température et à l'accélération.

» Dans la plupart des stations, l'heure a été déterminée au moyen d'une lunette méridienne par des passages d'étoiles ou des hauteurs simultanées; dans quelques points, il s'est servi d'un théodolite.

» En deux endroits, il a observé une culmination et une occultation, qui ont donné des résultats concordant avec les transports des garde-temps.

» L'exploration a duré du 3 octobre 1897 au 14 avril 1898 et, comme le départ et le retour se sont effectués à Zi-Ka-Wei, les marches des chronomètres ont pu être réglées dans des conditions d'autant plus favorables qu'en plusieurs points, lors de la descente du grand fleuve, on s'est arrêté aux stations où avaient été faites des observations à la montée.

» Dans deux voyages précédents, à Ou-hou et Ankeou, des longitudes avaient été déterminées par des transports de quatre chronomètres. Elles ont donné les mêmes chiffres que dans l'exploration du P. Chevalier. Les latitudes observées à l'aide de la lunette méridienne ou du théodolite ont donné des résultats aussi exacts que ceux que l'on pouvait obtenir dans des stations temporaires.

» Le Volume se termine par la liste des positions géographiques de treize villes, qui pourront être utilisées dans le Catalogue de la *Connaissance des Temps*.

» Dans un Appendice, le P. Chevalier donne la détermination de la hauteur du fleuve en trois points, ce qui donne les pentes successives de 250^{mm}, 190^{mm} et 26^{mm} en allant de Suei-fou à Tchong-King, à I-Tchang et à la mer.

» Dans un court Appendice, il donne des notions sur la Géologie des terrains qui bordent le fleuve, au moyen d'échantillons déterminés par M. de Lapparent.

» En résumé, l'exploration du P. Chevalier a été conduite avec toute la rigueur scientifique compatible avec les moyens dont il disposait; le résultat lui fait grand honneur. »

ASTRONOMIE. — *Véritable valeur de la période de variation lumineuse d'Éros.* Note de MM. **Ch. André** et **M. Luizet**, présentée par M. Lœwy.

« Les astronomes qui ont étudié les variations périodiques d'éclat d'Éros sont d'opinions différentes : les uns les représentent par une oscillation simple, toujours identique à elle-même et se reproduisant indéfiniment à intervalles d'environ $2^h,5$; pour les autres, la courbe qui les représente est formée de deux branches différentes, dont l'ensemble se reproduit à des intervalles d'environ $5^h,3$, sensiblement doubles des précédents.

» L'adoption de l'une au lieu de l'autre de ces conceptions ayant, au point de vue cosmogonique, une certaine importance, il y a intérêt à trancher la question : c'est ce à quoi va nous conduire la discussion des observations déjà connues. Nous possédons celles de MM. Montangerand (M) et Rossard (R) à Toulouse, de M. Deichmüller à Bonn (B) et les séries de Lyon (L) auxquelles ont pris part MM. Guillaume, Le Cadet et Luizet.

» 1° Partant de l'origine et de la durée ($P = 5^h 16^m,15 = 0^j,21955$) données par M. Luizet, formons une éphéméride des points tropiques (C) et comparons-les aux heures observées (O), nous aurons le Tableau suivant (colonne O — C, l'unité est $0^j,001 = 1^m,44$) :

Minimum I.			Minimum II.			Maximum I.			Maximum II.		
	E.	O — C.		E.	O — C.		E.	O — C.		E.	O — C.
R...	—27	+4	R...	—23	— 1	R...	—27	— 6	R...	—23	— 3
R...	—18	—4	R...	—18	—17	R...	—23	+ 7	R...	—19	—13
L...	0	0	L...	0	0	R...	—18	—13	L...	4	+ 1
L...	5	—3	L...	4	0	L...	0	0	B...	4	— 6
B...	5	—4	B...	4	— 3	L...	5	+ 1	L...	9	— 1
L...	9	+3	L...	9	— 2	L...	9	— 2	B...	9	— 9
B...	9	—4	B...	9	— 8	B...	9	— 7	L...	13	— 5
L...	14	—2	L...	13	— 2	L...	14	— 4	M...	13	0
L...	23	0	L...	23	0	L...	23	+ 4	M...	22	—15
L...	32	—1	L...	27	+ 2	L...	27	+ 4	L...	27	+ 2
L...	73	0	L...	32	— 4	L...	32	+ 4	M...	31	—17
			L...	73	0	L...	73	+ 8	L...	72	+ 6
			L...	77	+ 4						

» Les écarts O — C entre l'observation et le calcul, en général faibles, sont indépendants de l'intervalle qui sépare l'époque (E) de l'observation de l'époque origine et ne paraissent dépendre que du plus ou moins de précision de l'observation elle-même : on peut donc considérer l'accord comme satisfaisant.

» 2° A l'aide de l'origine et de la durée $p = 2^h 23^m, 1 = 0^j, 09938$, données par M. Baillaud, nous avons formé une éphéméride analogue et fait la même comparaison.

Minimum I.			Minimum II.			Maximum I.			Maximum II.		
	E.	O — C.		E.	O — C.		E.	O — C.		E.	O — C.
R..	0	+ 8	R..	10	+ 7	R..	0	+ 8	R..	10	+12
R..	20	—11	R..	21	— 4	R..	9	+ 5	R..	19	—14
L..	60	—30	L..	61	— 9	R..	20	—11	B..	70	—25
B..	71	—30	B..	70	—29	L..	60	—20	L..	70	—18
L..	71	—29	L..	70	—26	L..	71	—15	B..	81	—23
B..	80	—46	B..	81	—29	B..	80	—39	L..	81	—15
L..	80	—39	L..	81	—23	L..	80	—34	M..	90	—31
L..	91	— 39	L..	90	—40	L..	91	—31	L..	90	—36
L..	111	—48	L..	112	—28	L..	111	—35	M..	109 ou 110	+42 / —57
L..	130 ou 131	+38 / —61	L..	121	—42	L..	119 ou 120	+48 / —51	L..	121	—36
L..	221	— 3	L..	131 ou 132	+56 / —43	L..	130 ou 131	+52 / —47	M..	129 ou 130	+29 / —71
			L..	222	+18	L..	221	+15	L..	220	+10
			L..	231	+ 6						

» Il n'y a plus cette fois aucun accord entre l'observation et le calcul, et les écarts suivent une marche nettement systématique : sensiblement nuls à l'origine, ils augmentent progressivement jusqu'aux environs de la centième période (et alors les minima calculés correspondent aux maxima observés, et inversement) pour redevenir nuls aux environs de la deux-centième.

» Cette durée p n'est donc point acceptable.

» 3° Les deux séries d'observations faites par M. Deichmüller à Bonn, les 21 et 22 février 1901, conduisent aux valeurs des différents intervalles

tropiques inscrites ci-dessous avec nos notations et dont nous rapprochons celles de Lyon :

	m_2-m_1.	m_1-m_2.	M_2-M_1.	M_1-M_2.	M_1-m_1.	M_2-m_2.	m_2-M_1.	m_1-M_2.
Bonn	2^h47^m	2^h23^m	2^h46^m	»	1^h16^m	1^h12^m	1^h32^m	»
Lyon	2^h51^m	2^h24^m	2^h50^m	2^h26^m	1^h20^m	1^h18^m	1^h31^m	1^h6^m

» L'accord est aussi complet que possible entre les résultats de ces deux séries d'observations; les deux branches successives de la courbe de lumière n'étant pas identiques, la courbe représentative de la période entière est formée par leur réunion et, par suite, à double oscillation. C'est ce que confirme la différence d'éclat (près de 1^{gr}) signalée par M. Deichmüller le 22 février entre les deux minima successifs : nous avons eu assez souvent à Lyon l'impression nette de cette différence d'éclat, sans nous trouver dans des conditions favorables pour la mesurer exactement.

» 4° Si l'on combine ainsi les données de Bonn, Lyon et Toulouse on obtient, pour la durée de la période, les valeurs indépendantes :

Bonn........................	$\overset{j}{0},21900 = \overset{h}{5}.\overset{m}{15},4$	
Lyon	$0,21955 = 5.16,1$	
Toulouse....	$0,21830 = 5.14,3$	

valeurs absolument concordantes.

» *En conclusion*, la période de variation lumineuse d'Éros ne saurait différer beaucoup de 5^h16^m; la courbe de lumière se compose de deux branches qui diffèrent par la forme, par l'écartement et par les éclats des minima.

» Cette courbe de lumière est donc tout à fait analogue à celle de l'étoile double photométrique U Pégase; par suite, Éros est bien une planète double qui doit la plus grande partie de sa variation lumineuse actuelle aux éclipses réciproques de ses deux composantes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les zéros des fonctions entières de n variables*. Note de M. **P. Cousin**, présentée par M. Appell.

« Soit $G(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ une fonction entière des n variables complexes $x_1, x_2, \ldots, x_n$, dont les zéros admettent par rapport à chacune des variables séparément la période $2i\pi$. Il existe une fonction entière $F(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ telle que le quotient $\frac{F}{G}$ est une fonction entière qui ne s'annule pas, telle

que F admet la période $2i\pi$ par rapport à la variable x_1 et telle que par le changement de x_p, $(p=2, 3, \ldots, n)$, en $x_p + 2i\pi$, F se reproduit, multiplié par l'exponentielle

$$e^{m_1^{(p)} x_1 + m_2^{(p)} x_2 + \ldots + m_{p-1}^{(p)} x_{p-1}},$$

tous les m désignant des entiers positifs, négatifs ou nuls.

» C'est là l'extension à n variables d'un théorème donné par M. Appell pour deux variables (*Journal de Liouville*, 1891).

» Les entiers m sont complètement déterminés dès que la fonction $G(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ est donnée. On peut en donner une signification, relative aux zéros de G considérés indépendamment de la fonction G ellemême. La voici, pour plus de brièveté, pour le cas de deux variables :

$$F(x_1 + 2i\pi, x_2) = F(x_1, x_2),$$
$$F(x_1, x_2 + 2i\pi) = e^{mx_1} F(x_1, x_2).$$

» Soient, sur le plan de la variable x_1, AB le segment de droite qui joint un point x_0 au point $x_0 + 2i\pi$, et A'B' un segment analogue sur le plan de la variable x_2 : L'équation

$$(1) \qquad G(x_1, x_2) = 0$$

où x_1 a une valeur donnée, définit des valeurs de x_2 que nous appellerons les *zéros de l'équation* (1). Lorsque x_1 décrit le segment AB, m est la différence entre le nombre de zéros de (1) qui traversent A'B' de droite à gauche et le nombre des zéros qui le traversent de gauche à droite.

» J'ai obtenu les théorèmes ci-dessus comme application particulière de propositions beaucoup plus générales, qu'il serait trop long d'indiquer ici et qui font l'objet d'un Mémoire qui paraîtra prochainement. »

MÉCANIQUE. — *Sur les vibrations des poutres encastrées*. Note de M. **Ribière**, présentée par M. Sarrau.

« Soit une poutre rectangulaire de longueur $2a$, de hauteur $2h$, encastrée à ses deux extrémités et que je suppose, pour réduire le problème à deux dimensions, de largeur indéfinie. Dans une Note insérée au n° 5 des *Comptes rendus* de 1898, j'ai donné les formules de l'équilibre élastique d'une poutre de ce genre supportant des charges normales à sa longueur.

Par la même méthode j'ai obtenu, dans le cas de mouvements élastiques, les formules suivantes :

$$(1)\qquad u=\sum \sin mx \cos kt\left[(\lambda+2\mu)\frac{m}{\rho k^2}(a_1 e^{gy}+b_1 e^{-gy})+c_1 e^{g_1 y}+d_1 e^{-g_1 y}\right],$$

$$(2)\quad \begin{cases} v=\sum \cos mx \cos kt\Big[(\lambda+2\mu)\dfrac{g}{\rho k^2}(-a_1 e^{gy}+b_1 e^{-gy}) \\ \qquad\qquad -\dfrac{m}{g_1}(c_1 e^{g_1 y}-d_1 e^{-g_1 y})\Big],\end{cases}$$

$$(3)\qquad \theta=\sum \cos mx \cos kt\,(a_1 e^{gy}+b_1 e^{-gy}),$$

$$(4)\quad \begin{cases} N_1=\sum \cos mx \cos kt\Big[\Big(\lambda+2\mu\dfrac{m^2}{m^2-g^2}\Big)(a_1 e^{gy}+b_1 e^{-gy}) \\ \qquad\qquad +2\mu m(c_1 e^{g_1 y}+d_1 e^{-g_1 y})\Big],\end{cases}$$

$$(5)\quad \begin{cases} N_2=\sum \cos mx \cos kt\Big[\Big(\lambda-2\mu\dfrac{m^2}{m^2-g^2}\Big)(a_1 e^{gy}+b_1 e^{-gy}) \\ \qquad\qquad -2\mu m(c_1 e^{g_1 y}+d_1 e^{-g_1 y})\Big],\end{cases}$$

$$(6)\quad \begin{cases} T=\sum \mu \sin mx \cos kt\Big[\dfrac{2mg}{m^2-g^2}(a_1 e^{gy}-b_1 e^{-gy}) \\ \qquad\qquad +\Big(g_1+\dfrac{m^2}{g_1}\Big)(c_1 e^{g_1 y}-d_1 e^{-g_1 y})\Big],\end{cases}$$

en prenant

$$(7)\qquad g^2=m^2-\frac{\rho k^2}{\lambda+2\mu}=m^2-\frac{k^2}{\Omega^2},$$

ρ étant la densité du corps et Ω la vitesse de propagation des vibrations longitudinales, et

$$(8)\qquad g_1^2=m^2-\frac{\rho k^2}{\mu}=m^2-\frac{k^2}{\omega^2},$$

ω étant la vitesse de propagation des vibrations transversales.

» On donne à m les valeurs $\frac{i\pi}{a}$, i étant égal aux nombres entiers successifs, et aux coefficients indéterminés a_1, b_1, c_1, d_1 les valeurs nécessaires pour que, sur les faces $y=\pm h$, T soit nul, et N_2 identique aux séries de Fourier $\sum M \cos mx \cos kt$ ou $\sum N \cos mx \cos kt$ représentant la charge sur la face supérieure ou l'ensemble des réactions sur la face inférieure qui font à tout instant équilibre à cette charge. Lorsque k est différent de zéro,

ces valeurs de a_1, b_1, c_1, d_1 sont les suivantes :

$$(9)\qquad a_1 = \frac{1}{2D}[B(Me^{g_1h} - Ne^{-g_1h})\mathcal{E}(g+g_1)h - A(Me^{-g_1h} - Ne^{g_1h})\mathcal{E}(g-g_1)h],$$

$$(10)\qquad b_1 = \frac{1}{2D}[A(Me^{g_1h} - Ne^{-g_1h})\mathcal{E}(g-g_1)h - B(Me^{-g_1h} - Ne^{g_1h})\mathcal{E}(g+g_1)h],$$

$$(11)\quad \left\{ \begin{aligned} c_1 = -\frac{B-A}{8\mu m D\mathcal{E}2g_1h}\{&(Me^{g_1h} - Ne^{-g_1h})[B\mathcal{E}^2(g+g_1)h + A\mathcal{E}^2(g-g_1)h] \\ &-(B+A)(Me^{-g_1h} - Ne^{g_1h})\mathcal{E}(g+g_1)h\mathcal{E}(g-g_1)h\}, \end{aligned}\right.$$

$$(12)\quad \left\{ \begin{aligned} d_1 = -\frac{B-A}{8\mu m D\mathcal{E}2g_1h}\{&(B+A)(Me^{g_1h} - Ne^{-g_1h})\mathcal{E}(g+g_1)h\mathcal{E}(g-g_1)h \\ &-(Me^{-g_1h} - Ne^{g_1h})[B\mathcal{E}^2(g+g_1)h + A\mathcal{E}^2(g-g_1)h]\}, \end{aligned}\right.$$

en désignant par $\mathcal{E}$ la fonction dite *sinus hyperbolique* et prenant

$$(13)\qquad A = \lambda - \frac{2\mu}{m^2-g^2}\left(\frac{2m^2gg_1}{m^2+g_1^2} + g^2\right),$$

$$(14)\qquad B = \lambda + \frac{2\mu}{m^2-g^2}\left(\frac{2m^2gg_1}{m^2+g_1^2} - g^2\right),$$

$$(15)\qquad D = B^2\mathcal{E}^2(g+g_1)h - A^2\mathcal{E}^2(g-g_1)h.$$

» Lorsque les séries représentant les charges extérieures comprennent des termes indépendants du temps, la solution qui précède ne s'applique pas à ces termes et l'on retombe dans celle qui a été donnée dans la Note précitée pour le cas de l'équilibre. Si l'on envisage spécialement les termes rentrant dans la solution ci-dessus on voit que, à chaque valeur de m, correspond une valeur de K pour laquelle

$$(16)\qquad B^2\mathcal{E}^2(g+g_1)h - A^2\mathcal{E}^2(g-g_1)h = 0.$$

» Les coefficients a_1, b_1, c_1, d_1, et, par suite, tous les déplacements et efforts élastiques deviennent alors infinis. On reconnaît facilement que cette valeur de K est celle qui correspond au cas où les charges extérieures sont nulles, c'est-à-dire aux vibrations propres de la poutre. Bien que les formules de l'élasticité ne restent pas applicables pour des déplacements ainsi croissants, ce résultat met néanmoins en évidence le danger bien connu des charges rythmées dont la période coïncide avec celle de l'une des vibrations propres de la poutre. On doit s'attacher dans les constructions à n'employer que des pièces dont les vibrations propres aient une période très courte qui rende cette coïncidence impossible. La formule (16) ci-dessus donne un moyen simple de calculer exactement la fréquence de ces vibrations dans une catégorie de cas importante. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur le diagramme entropique*. Note de M. L. **Marchis**, présentée par M. Sarrau.

« Depuis quelques années, quelques ingénieurs ont appliqué le principe de Carnot-Clausius, sous la forme de diagramme entropique, à la représentation des quantités de chaleur dégagées ou absorbées par le fluide évoluant dans une machine à vapeur. Je me propose de démontrer dans cette Note que cette application n'est pas légitime et ne peut par conséquent conduire aux conséquences que l'on en déduit, notamment sur les échanges de chaleur entre le fluide évoluant et les parois des cylindres durant les quatre phases du fonctionnement de la machine.

» Considérons un système de masse constante ayant, à chaque instant de ses transformations, la même température en tous ses points. La quantité de chaleur dq, absorbée dans une transformation infiniment petite effectuée à partir d'un état dans lequel le système a la température absolue T, est

$$dq = \mathrm{T}\, d\mathrm{S}, \tag{1}$$

dS représentant la variation de l'entropie du système durant la modification considérée.

» L'égalité (1) peut être appliquée à l'*étude des transformations réversibles ou des transformations d'un système en mouvement lorsque ce système ne présente ni viscosité ni frottement* [1].

» Si, au lieu de considérer une modification infiniment petite, nous étudions une modification finie du système, la quantité de chaleur absorbée est

$$q = \int_{\mathrm{S}_0}^{\mathrm{S}_1} \mathrm{T}\, d\mathrm{S}, \tag{2}$$

---

(1) Cette proposition a été démontrée par M. Duhem [*Théorie thermodynamique de la viscosité, du frottement et des faux équilibres chimiques* (Extrait des *Mémoires de la Société des Sciences Physiques et Naturelles de Bordeaux*, t. II, 5e série), Paris, Hermann; 1896]. Dans les formules (7) de la page 22 et celles de la page 23, on doit faire égales à zéro les résistances passives $f_\alpha, f_\beta, \ldots, f_\lambda$, qui ont leur siège dans le système.

Voir aussi *Commentaire aux principes de la Thermodynamique*, 3e Partie, Chapitre II (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 4e série, t. X, p. 223; 1894).

S_0 et S_1 désignant les entropies du système dans son état initial et dans son état final.

» Si, prenant deux axes de coordonnées rectangulaires OS (axe des entropies) et OT (axe des températures), on représente à chaque instant l'entropie du système en fonction de sa température, la quantité de chaleur q est représentée par une aire limitée par l'axe OS, par deux ordonnées correspondant aux abscisses S_0 et S_1 et par la courbe représentative des variations de l'entropie en fonction de la température.

» Cette représentation géométrique serait très commode pour représenter les échanges de chaleur entre le fluide évoluant dans un cylindre de machine à vapeur et les corps qui lui sont extérieurs, si la masse de ce fluide pouvait être, même d'une manière approchée, considérée comme ayant à chaque instant de sa transformation la même température en tous ses points. Or il est facile de voir qu'il n'en est pas ainsi.

» Au moment de l'ouverture de l'admission, la vapeur qui pénètre dans le cylindre rencontre dans l'espace mort une masse de fluide qui est loin d'avoir la même température qu'elle; pendant le remplissage de l'espace mort, le fluide évoluant ne peut être considéré comme ayant à chaque instant la même température en tous ses points. Durant le reste de l'admission on peut faire cette hypothèse à partir d'un certain moment, mais c'est là une approximation dont on ignore la valeur. Lorsqu'à la fin de la compression le fluide emprisonné dans l'espace mort a la même température et la même pression que la vapeur affluente, on peut appliquer la représentation entropique à la phase d'admission, à la condition de supposer que le fluide qui entre en jeu est homogène et possède à chaque instant la même température en tous ses points.

» En faisant cette même hypothèse pour le fluide qui se trouve dans le cylindre pendant la détente, on peut également appliquer à cette phase le diagramme entropique.

» Il n'en est pas de même pour la période d'évacuation. En effet, pendant cette période et à chaque instant, une partie du système étudié se trouve dans le cylindre, une partie se trouve à l'état d'eau dans le condenseur, c'est-à-dire dans des conditions de température très différentes de la première. Pour appliquer à cette phase du fonctionnement le théorème de Carnot-Clausius, il faut considérer chacun des éléments dm de la masse évoluante et calculer l'intégrale

$$\int_0^M \int_{\Sigma_0}^{\Sigma_1} T\,d\Sigma\,dm,$$

dans laquelle T et $\Sigma\, dm$ représentent la température et l'entropie d'un élément dm, M la masse du système étudié, Σ_0 et Σ_1 les valeurs limites de l'entropie.

» Or, dans l'état actuel de nos connaissances des phénomènes qui se passent pendant l'évacuation, un tel calcul est impossible.

» Tout ce que nous venons de dire de l'évacuation peut se répéter de la compression. Si l'on peut, d'une manière approchée, considérer comme homogène et ayant en tous ses points la même température le fluide restant dans le cylindre, il est impossible, comme l'ont fait quelques auteurs, de considérer la masse d'eau évacuée comme ayant à chaque instant la même température que la masse de fluide restée dans la machine. Tout au plus peut-on considérer comme négligeables les variations d'entropie pendant la compression de cette masse d'eau évacuée et avoir ainsi cependant une représentation entropique des échanges de chaleur pendant la compression.

» On voit donc que, si le diagramme entropique peut être appliqué à l'étude de la détente et de la compression, il ne saurait en être ainsi pour l'admission et surtout pour l'évacuation. Au diagramme fermé du plan (p, v) on ne peut faire correspondre dans le plan (P, S) une courbe fermée telle que l'aire embrassée par cette courbe représente la quantité de chaleur équivalente au travail représenté par l'aire limitée par le diagramme du plan (p, v).

» Ce que nous venons de dire de la représentation entropique appliquée aux machines à vapeur s'applique tout aussi nettement à la phase d'évacuation dans les machines à gaz. Mais, dans ce cas, se présente une difficulté de plus ; l'explosion étant un phénomène de rupture de faux équilibre chimique, les équations (1) et (2) ne sont pas applicables à cette phase du fonctionnement ; il n'est donc pas possible, en considérant l'explosion comme une transformation s'effectuant à volume constant, de déduire des équations (1) et (2) et de représenter dans le plan TOS la quantité de chaleur absorbée dans ces conditions par le système qui se modifie. »

MÉCANIQUE. — *Sur la propagation des discontinuités dans les fluides.* Note de M. E. **Jouguet**, présentée par M. Jordan.

« Les méthodes de l'Énergétique permettent de retrouver et de généraliser, dans une certaine mesure, quelques-uns des résultats obtenus par

Riemann et Hugoniot dans l'étude de la propagation des percussions dans les fluides.

» Supposons le potentiel thermodynamique et l'énergie internes du fluide de la forme

$$\mathcal{F} = \mathrm{S}\varphi(\rho, \mathrm{T})\,dm, \qquad \mho = \mathrm{SU}(\rho, \mathrm{T})\,dm = \mathrm{S}\frac{1}{\mathrm{E}}\left(\varphi - \mathrm{T}\frac{\partial\varphi}{\partial\mathrm{T}}\right)dm$$

(ρ densité, T température).

Soient a, b, c les coordonnées des molécules et z la densité à l'instant initial, x, y, z les variables d'Euler, D le jacobien $\frac{\partial(xyz)}{\partial(abc)}$, ξ_a, ξ_b, ξ_c, η_a, η_b, η_c, ζ_a, ζ_b, ζ_c les coefficients des neuf éléments de ce jacobien dans son développement, $\bar{u} + \bar{v} + \bar{w}$ la vitesse, ρ la densité, Π la pression au temps t, $\mathrm{S}(\delta\varpi_e + \delta_j)\,dm$ le travail virtuel des forces extérieures et d'inertie, $\mathrm{S}\,\delta\mathrm{Q}\,dm$ la quantité de chaleur dégagée dans une modification virtuelle.

» Étudions la propagation d'un mouvement 1 dans un mouvement 2, la surface de séparation dans le champ des variables de Lagrange étant une onde du premier ordre pour x, y, z. Soient S cette surface, Σ l'onde dans le champ des variables d'Euler, l, m, n, λ, μ, ν les cosinus directeurs des normales à S et à Σ menées de 1 vers 2, $\frac{dh}{dt}$, $\frac{d\mathrm{N}}{dt}$ les vitesses de propagation de S et de Σ dans le sens de ces normales. Posons

$$\begin{aligned}
\mathrm{A} &= l\xi_{1a} + m\xi_{1b} + n\xi_{1c} = l\xi_{2a} + m\xi_{2b} + n\xi_{2c},\\
\mathrm{B} &= l\eta_{1a} + m\eta_{1b} + n\eta_{1c} = l\eta_{2a} + m\eta_{2b} + n\eta_{2c},\\
\mathrm{C} &= l\zeta_{1a} + m\zeta_{1b} + n\zeta_{1c} = l\zeta_{2a} + m\zeta_{2b} + n\zeta_{2c}.
\end{aligned}$$

» Au bout du temps Δt, S est venu en S' à une distance Δh. S et S' partagent le fluide en trois régions : l'une, O, comprise entre S et S', les deux autres 1 et 2 où, pendant toute la durée Δt, règne soit le mouvement 1, soit le mouvement 2. Dans la partie O les molécules ont subi des changements brusques de vitesse. Pour étudier ce mouvement, prenons comme équation fondamentale la forme limite que prend, pour des accélérations infinies, l'équation générale de l'énergétique. Nous écrirons cette dernière

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned}
&\int_t^{t+\Delta t} dt\,\mathrm{S}_1(\delta\varphi - \delta\varpi_e - \delta j)\,dm + \int_t^{t+\Delta t} dt\,\mathrm{S}_2(\delta\varphi - \delta\varpi_e - \delta j)\,dm\\
&\qquad + \int_t^{t+\Delta t} dt\,\mathrm{S}_0(\mathrm{E}\delta\mathrm{U} + \mathrm{E}\delta\mathrm{Q} - \delta\varpi_e - \delta j)\,dm = 0,
\end{aligned}\right.$$

afin de ne pas faire intervenir la notion d'entropie pour la partie O, où il se passe un phénomène irréversible.

» Les deux premiers termes se transforment en une somme d'intégrales dont nous ne retiendrons que celles qui sont relatives à la surface S.

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} &-\Delta t\sum_{S}\rho_1^2\frac{\partial\varphi_1}{\partial\rho_1}(A\delta x+B\delta y+C\delta z)\,ds\\ &+\Delta t\sum\rho_2^2\frac{\partial\varphi_2}{\partial\rho_2}(A\delta x+B\delta y+C\delta z)\,ds.\end{aligned}\right.$$

» Dans le troisième terme, $\int dt S_0 \delta\varpi_e dm$ est de l'ordre de Δt, Δh, δx, donc négligeable. Il en est de même de $\int dt S_0(E\delta Q+E\delta U)dm$, sans quoi $\int_t^{t+\Delta t} E dQ + E dU$ serait infini, ce qui est impossible. (Si cette circonstance se présentait, on devrait conclure qu'il ne peut se propager dans le fluide considéré une onde avec discontinuité dans les vitesses.) Quant à $-\int dt S_0 \delta j dm$, il donne

$$(3)\qquad \sum_{S} r[(u_1-u_2)\delta x+(v_1-v_2)\delta y+(w_1+w_2)\delta z]\,ds.$$

» (1) donne alors trois équations dont la première est

$$(4)\qquad r\frac{dh}{dt}(u_1-u_2)=A\left(\rho_1^2\frac{\partial\varphi_1}{\partial\rho_1}-\rho_2^2\frac{\partial\varphi_2}{\partial\rho_2}\right)=A(\Pi_1-\Pi_2).$$

» L'équation de continuité s'écrit d'ailleurs

$$(5)\qquad r\frac{\rho_2-\rho_1}{\rho_2}\frac{dh}{dt}=\rho_1[A(u_2-u_1)+B(v_2-v_1)+C(w_2-w_1)],$$

et la relation supplémentaire s'obtient en supposant le mouvement adiabatique et en remplaçant dans (1) les modifications réelles,

$$(6)\qquad \left\{\begin{aligned} &r\frac{dh}{dt}\left[\frac{u_1^2+v_1^2+w_1^2-u_2^2-v_2^2-w_2^2}{2}+E(U_1-U_2)\right]\\ &=\rho_1^2\frac{\partial\varphi_1}{\partial\rho_1}(Au_1+Bv_1+Cw_1)-\rho_2^2\frac{\partial\varphi_2}{\partial\rho_2}(Au_2+Bv_2+Cw_2).\end{aligned}\right.$$

» Le passage aux variables d'Euler transforme (4), (5), (6) en

$$(4')\quad \begin{cases} \rho_1\left[\dfrac{dN}{dt}-(\lambda u_1+\mu v_1+\nu w_1)\right](u_1-u_2) \\ \quad =\lambda\left(\rho_1^2\dfrac{\partial\varphi_1}{\partial\rho_1}-\rho_2^2\dfrac{\partial\varphi_2}{\partial\rho_2}\right)=\lambda(\Pi_1-\Pi_2), \end{cases}$$

$$(5')\quad \begin{cases} \dfrac{\rho_2-\rho_1}{\rho_2}\left[\dfrac{dN}{dt}-(\lambda u_1+\mu v_1+\nu w_1)\right] \\ \quad =\lambda(u_2-u_1)+\mu(v_2-v_1)+\nu(w_2-w_1), \end{cases}$$

$$(6')\quad \begin{cases} \rho_1\left[\dfrac{dN}{dt}-(\lambda u_1+\mu v_1+\nu w_1)\right]\left[\dfrac{u_1^2+v_1^2+w_1^2-u_2^2-v_2^2-w_2^2}{2}+E(U_1-U_2)\right] \\ \quad =\Pi_1(\lambda u_1+\mu v_1+\nu w_1)-\Pi_2(\lambda u_2+\mu v_2+\nu w_2), \end{cases}$$

et l'on démontre facilement les formules

$$(7)\quad \left[\frac{dN}{dt}-(\lambda u_1+\mu v_1+\nu w_1)\right]^2=\frac{\rho_2}{\rho_1}\,\frac{\Pi_1-\Pi_2}{\rho_1-\rho_2},$$

$$(8)\quad \frac{\Pi_1+\Pi_2}{2}+E\,\frac{\rho_1\rho_2}{\rho_1-\rho_2}(U_1-U_2)=0$$

(loi adiabatique dynamique d'Hugoniot).

» Soit $s=-\dfrac{1}{E}\dfrac{\partial\varphi}{\partial T}$ l'entropie d'un élément. Le principe de Clausius porte à penser qu'on doit avoir $s_1-s_2>0$. Or la loi (8) n'entraîne pas toujours cette inégalité. Ainsi, pour les gaz parfaits, s_1-s_2 a le signe de $\rho_1-\rho_2$. Il semble donc probable que le cas de $\rho_1-\rho_2<0$ est impossible pour ces fluides. Il est remarquable qu'Hugoniot ait montré, par une tout autre voie, que la propagation des dilatations adiabatiques dans un gaz parfait ne peut donner lieu spontanément à une percussion.

» Les formules de Riemann-Hugoniot sont donc démontrées par des ondes de forme quelconque. La méthode même de ces savants aurait d'ailleurs permis cette extension.

» On applique sans difficulté la méthode qui précède aux fluides qui sont le siège de réactions chimiques, même quand celles-ci sont affectées de viscosité ou de frottement [1]. On voit ainsi que les formules (7) et (8) régissent la propagation des explosions quand cette propagation se fait par ondes du premier ordre par rapport à x, y, z. »

---

[1] Ces mots sont pris dans le sens que leur donne M. Duhem (*Traité de Mécanique chimique*, Livre II).

CHIMIE. — *Sur l'action des acides sur les carbonates alcalino-terreux en presence de l'alcool.* Note de M. C. Vallée, présentée par M. Troost.

« M. Carette ([1]), après avoir étudié l'action des acides sur les carbonates en présence de l'alcool, a énoncé les résultats suivants : Les acides chlorhydrique et azotique attaquent le carbonate de chaux, en présence de l'alcool absolu; l'acide sulfurique ne l'attaque *sensiblement* pas et certains acides organiques, tels que l'acide acétique, n'exercent aucune action.

» Nous nous sommes proposé : 1° de rechercher si l'alcool est le seul véhicule présentant ce phénomène; 2° d'étudier de plus près l'action de l'acide sulfurique et en particulier la vitesse de neutralisation de cet acide par le carbonate de chaux quand on fait varier le degré alcoolique et la concentration de l'acide; 3° de rechercher si l'action négative de l'acide acétique se maintient en présence de l'alcool aqueux et, si elle ne se maintient pas, quelle est la vitesse de neutralisation pour les différents degrés alcooliques.

» I. Ayant substitué à l'alcool éthylique, l'acétone et l'alcool méthylique, nous n'avons constaté aucune différence dans l'allure générale du phénomène. Cette observation fait ressortir combien est important le rôle de l'eau.

» II. De l'acide sulfurique normal est ajouté à de l'alcool absolu et le mélange est mis en présence d'un excès de carbonate de chaux ([2]). Des titrages faits de temps en temps ont montré que la neutralisation demande plus de quatre mois pour être complète, bien que la masse ait été fréquemment soumise à l'agitation. La réaction est donc simplement très lente, elle n'est pas limitée.

» Si l'on ajoute de l'eau au mélange, on observe que la neutralisation s'effectue en un temps d'autant plus court que la proportion de ce liquide est plus forte. On peut, pour chaque cas, tracer une courbe donnant la proportion d'acide non combiné, en fonction du temps, et l'examen de ces courbes montre que la vitesse de neutralisation décroît régulièrement

---

([1]) C. Carette, *Thèse pour le diplôme supérieur de pharmacien de première classe,* Lille; 1900.

([2]) 10^{cc} de l'acide ont été étendus à 100^{cc} avec l'alcool.

quand le temps croît. La température ne semble pas avoir d'influence bien notable.

» En substituant au carbonate de chaux le carbonate de strontium ou de baryum on retrouve des résultats absolument analogues à ceux donnés par le carbonate de chaux; il faut cependant remarquer que la vitesse de la réaction est, toutes choses égales d'ailleurs, plus faible avec le carbonate de baryum qu'avec le carbonate de calcium.

» III. L'action négative de l'acide acétique sur le carbonate de chaux en présence de l'alcool absolu est signalée dans le Traité de Pelouze et Frémy (t. IV, p. 149); M. Carette a aussi remarqué qu'en solution normale un dixième de l'acide acétique n'agissait pas au bout de quelques heures. Nous avons repris cette expérience et nous avons constaté que la neutralisation se fait lentement, mais qu'elle se fait : 10^{cc} d'acide acétique normal, dilués à 100^{cc} avec de l'alcool absolu et mis en présence d'un excès de carbonate de chaux, se trouvent à demi neutralisés au bout de trois mois et demi. Nous avons aussi étudié sur cet acide l'influence du degré alcoolique; on amenait successivement 10^{cc} d'acide acétique normal au volume de 100^{cc} avec des alcools à 85°, 75°, 65°, 55°, etc. Les résultats observés ont été les mêmes que ceux qui ont été obtenus avec l'acide sulfurique; la vitesse de neutralisation décroît très régulièrement avec le temps.

» *Remarque.* — L'action de l'acide sulfurique sur les carbonates nous a conduit à l'étude d'un système renfermant le carbonate solide, le sulfate solide et un mélange homogène d'eau, d'alcool et d'acide. Nous avons repris l'étude de l'action de l'acide azotique en nous plaçant dans des conditions analogues, c'est-à-dire en opérant en présence d'un excès d'azotate. Dans ces conditions la neutralisation de l'acide est encore totale; notons cependant que le sel de baryum demande un temps plus long que le sel de strontium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques composés du cœsium.* Note de M. C. Chabrié, présentée par M. Moissan.

« Le cœsium, qui est le premier des métaux découverts par l'analyse spectrale (1861) n'est pas celui d'entre eux qui a été le plus étudié. Il est fort peu abondant; son poids atomique élevé et sa monovalence, qui le font entrer pour une proportion considérable dans ses combinaisons,

ont rendu son étude souvent peu abordable. J'ai retiré le cœsium du pollux, qui est le minéral qui en contient le plus ([1]), avec l'intention de combler quelques-unes des lacunes importantes que l'on trouve dans la série des composés de ce métal.

» *Bromure de cœsium.* — On a signalé un tribromure et un pentabromure ([2]), deux chlorobromures, et beaucoup de bromures et de chlorobromures doubles. La préparation du monobromure a été réalisée par divers auteurs ([3]) dans le but de déterminer certaines propriétés de ce composé, mais personne, je crois, n'a donné les analyses du produit obtenu. Je dirai donc comment je l'ai eu à l'état de pureté.

» J'ai mêlé deux dissolutions aqueuses chaudes, l'une renfermant 16^{gr},17 de sulfate de cœsium préalablement calciné, l'autre 14^{gr},36 de bromure de baryum hydraté. L'expérience m'a prouvé qu'il faut ajouter une quantité de bromure de baryum un peu supérieure à celle qu'indique la formule. Le liquide a été filtré et évaporé à siccité. Le résidu a été calciné, puis repris par l'eau. La nouvelle solution a été soumise à la cristallisation fractionnée. *Il faut prendre la tête de la cristallisation*, formée des cristaux les plus petits et les moins nets de contour. On les a séchés sur des plaques poreuses, puis dans le vide en présence de l'acide sulfurique. L'analyse conduit à la formule CsBr ([4]).

» Ces cristaux ne rétablissent pas la lumière polarisée.

» *Iodure de cœsium.* — On a décrit des iodobromures et des iodochlorures de cœsium et des iodures doubles. Beketoff (*loc. cit.*) a préparé l'iodure par double décomposition entre le sulfate de cœsium et l'iodure de baryum, mais il ne parle pas des analyses qui, seules, établiraient sa composition. C'est ce qui explique pourquoi on ne trouve dans aucun dictionnaire l'indication de ce produit ni du précédent.

» J'ai ajouté à une solution parfaitement neutre de sulfate de cœsium (7^{gr},22) une solution d'iodure de baryum jusqu'à cessation de précipitation. La liqueur filtrée, *concentrée à* 60° *sous pression réduite,* a été ensuite placée sous une cloche dans laquelle on a fait le vide, en présence d'acide sulfurique.

» Ainsi, se sont formés des cristaux d'apparence cubique, très blancs, très nets. Leur analyse conduit à la formule CsI ([5]).

» *Fluorure de cœsium.* — Les seuls composés du cœsium contenant du fluor

---

([1]) Pisani, *Comptes rendus,* t. LVIII, p. 714.

([2]) Wells (H.-L.), Wheeler et Penfield, *Amer. Journ. of Sc.*, 3e série, t. XLIV, p. 42.

([3]) Beketoff (*Bull. Soc. Saint-Pétersbourg*, 4e série, t. II, p. 197) dit avoir préparé ce bromure, mais il semble que d'autres savants, dont je n'ai pas pu trouver les noms, l'avaient obtenu avant lui, car M. A. Ditte (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. VIII, p. 419) disait, en se fondant sur des témoignages antérieurs à 1886, que ce composé, de même que l'iodure, cristallise anhydre.

([4]) Théorie pour 100 : Cs = 62,35, Br = 37,64. Trouvé : Cs = 61,93, Br = 37,78.

([5]) Théorie pour 100 : Cs = 51,06, I = 48,94. Trouvé : Cs = 50,96, I = 43,98.

connus actuellement sont le fluosilicate (¹), le fluophosphate et le fluodithionate (²). J'ai cherché à préparer le fluorure par double décomposition entre le fluorure d'argent et le chlorure de cœsium; puis par le fluorure de baryum et le sulfate de cœsium, par l'action de l'acide fluorhydrique sur l'hydrate et aussi sur le carbonate de cœsium. Je décrirai seulement les opérations qui m'ont donné les meilleurs résultats.

» J'ai préparé du carbonate de cœsium pur. Sa solution a été évaporée à 150° et le résidu a été dissous par l'acide fluorhydrique pur dans une capsule de platine, l'acide étant en léger excès.

» La solution a été concentrée à l'ébullition; puis, *avant d'être saturée,* elle a été abandonnée dans le vide, d'abord en présence de l'acide sulfurique, et après en présence de la chaux vive.

» J'ai obtenu de longues aiguilles hygrométriques qui sont formées de fluorhydrate de fluorure de cœsium, sel dont la solution est nettement acide. L'analyse conduit à la formule Cs Fl, H Fl [3].

» Si l'on calcine ce composé au rouge vif, il se décompose, fond, disparaît en partie par volatilité, et donne un résidu dont la solution est fortement alcaline. Si l'on arrête la calcination un peu avant la fusion et surtout si l'on ajoute un peu de fluorhydrate d'ammoniaque au produit, avant de le chauffer au petit rouge, le composé restant possède la constitution du fluorure Cs Fl et cristallise dans le système cubique. L'analyse conduit à la formule Cs Fl [4].

» *Chromate neutre de cœsium.* — J'ai préparé ce sel en belles aiguilles jaune clair longues de plusieurs centimètres en traitant le chromate d'argent bien neutre en léger excès par le chlorure de cœsium. Si le chromate d'argent retient un peu de bichromate, le bichromate de cœsium formé, beaucoup moins soluble que le sel neutre, est séparé facilement.

» J'ai pris 7^gr,93 de chromate d'argent et 7^gr,00 de chlorure de cœsium, et j'ai mêlé les solutions bouillantes de ces sels en agitant constamment. Après filtration et concentration, j'ai vu des cristaux se former. Ils ont été séchés sur la plaque poreuse. Ils ne s'altèrent pas à 100°. L'analyse conduit à la formule CrO^4Cs^2 [5].

» *Bichromate de cœsium.* — J'ai obtenu ce bichromate en petits cristaux d'un rouge clair éclatant, en dissolvant, dans une solution de chromate neutre, 0,26 pour 100 de son poids d'anhydride chromique.

» J'ai pris 0^gr,9747 de chromate neutre en solution et j'ai versé, en remuant, 0^gr,2368 d'anhydride chromique préalablement dissous; puis, j'ai concentré, fait cristalliser et séché à 100° les cristaux obtenus très stables et anhydres. L'analyse conduit à la formule $Cr^2O^7Cs^2$ [6].

(¹) Preis, *Journ. prakt. Chem.*, t. CIII, p. 419.
(²) Weinland et Alfa, *Chem. Centralb.*, t. II, p. 172; 1899.
(³) Théorie pour 100 : Cs = 77,12, Fl = 22,12. Trouvé : Cs = 76,84, Fl = 22,56.
(⁴) Théorie pour 100 : Cs = 87,51. Trouvé : Cs = 87,55.
(⁵) Théorie pour 100 : Cs = 69,55, Cr = 13,62. Trouvé : Cs = 69,99, Cr = 13,69.
(⁶) Théorie pour 100 : Cs = 55,09, Cr = 21,61. Trouvé : Cs = 54,83, Cr = 22,08.

» Je me propose d'indiquer les propriétés de ces nouveaux composés dans d'autres publications. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les constituants des ferrosiliciums industriels.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. Moissan.

« Nous avons déjà établi que le siliciure de fer défini $SiFe^2$ forme le constituant le plus important des ferrosiliciums renfermant moins de 20 pour 100 de silicium. L'examen que nous avions fait antérieurement de ferrosiliciums plus riches nous avait permis de démontrer, dans ces derniers, la présence du siliciure $SiFe^2$, ainsi que nous l'avons indiqué dans la séance du Congrès de Chimie appliquée du 23 juillet 1900 (¹). M. Jouve a, depuis, confirmé ces résultats dans une Communication faite à la Société chimique de Paris dans sa séance du 8 février dernier (²). Ce chimiste admet l'existence des siliciures $SiFe^2$ et SiFe dans les ferrosiliciums, à l'exclusion de tous autres, tels que Si^2Fe^3, Si^5Fe^2 et Si^2Fe. En outre, faisant un rapprochement entre les proportions du carbone existant dans ces siliciures et du silicium manquant à la proportion théorique pour les produits $SiFe^2$ et SiFe, M. Jouve émet l'opinion que le carbone remplace le silicium dans les proportions de leurs poids atomiques. Les recherches assez délicates que nous poursuivons depuis plus d'une année, sur les combinaisons du silicium avec les métaux de la famille du fer, ne nous permettent d'adopter ni l'une ni l'autre de ces conclusions.

» Le siliciure de fer SiFe se rencontre quelquefois en véritables feutrages de cristaux dans les géodes que présentent assez souvent les ferrosiliciums industriels; les cristaux sont très nets, presque isolés, et ressemblent en tous points à ceux que nous avons déjà décrits dans ce Recueil (³). Malgré leur belle apparence, ils ne possèdent jamais exactement la composition SiFe. Nous avons trouvé, pour des cristaux séparés avec soin, les résultats analytiques suivants :

	I.	II.	III.	Théorie pour SiFe.
Si.............	27,11	30,83	27,76	33,33
Fe.............	73,50	69,04	71,07	66,66

(¹) *Comptes rendus du quatrième Congrès international de Chimie appliquée*, publiés par la *Revue générale des Sciences pures et appliquées*.

(²) *Procès-verbal* de la séance du 8 février 1901 (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, 3ᵉ série, t. XXV, p. 226).

(³) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 556.

» L'examen des sections polies de ces différents échantillons explique très bien ces divergences de chiffres. Les cristaux sont, en effet, cimentés par un produit paraissant plus blanc sous le microscope et vraisemblablement formé par un eutectique des deux siliciures.

» Ce produit est aussi inattaquable que les cristaux par les différents réactifs; la séparation de ces derniers à l'état de pureté est rendue très difficile par ce fait.

» Nous avons pu, cependant, obtenir le composé $SiFe$ sensiblement pur, en épuisant par des traitements alternés aux acides et aux alcalis un produit industriel pulvérisé renfermant 35 pour 100 de silicium. Le résidu cristallin non magnétique renferme des cristaux assez bien formés, d'aspect tétraédrique. La densité de cette substance et son analyse nous permettent de l'identifier complètement avec le siliciure $SiFe$.

» Le carbone que l'on trouve en quantités variables, mais assez faibles, dans ces produits de l'électrométallurgie, est presque toujours entièrement sous la forme graphite. Cependant on rencontre parfois dans le résidu de leur attaque par le chlore, outre le graphite, une petite quantité de carbone amorphe, qui se détruit par l'action prolongée de l'acide azotique concentré. Nous n'avons pas constaté dans nos résultats analytiques les relations numériques indiquées par M. Jouve, mais nous avons remarqué que la présence du carbone amorphe en quantité appréciable coexiste presque toujours avec celle du manganèse. En outre, les ferrosiliciums industriels renferment souvent, outre le fer et le silicium, du calcium, du soufre et du phosphore, qui peuvent aussi influer sur la teneur en carbone combiné. Nous ajouterons que, dans les conditions où la réaction du chlore sur les ferrosiliciums se produit, la température est suffisamment élevée pour que le siliciure de carbone soit détruit également et abandonne un squelette de carbone amorphe. Toutes ces raisons nous paraissent rendre un peu hypothétique le remplacement moléculaire du silicium par le carbone, dans les siliciures de fer définis extraits de ces produits complexes.

» Les échantillons industriels que nous avons examinés ne renfermaient que 33 pour 100 de silicium combiné au fer; cependant M. de Chalmot avait indiqué comme limite de siliciuration du fer la teneur de 50 pour 100, teneur qui correspond à un siliciure de formule Si^2Fe, qu'il préparait en fondant des poids égaux de fer et de silicium. En présence de ces résultats, en apparence contradictoires, nous avons pensé qu'il était nécessaire de reprendre ces recherches et d'isoler, s'il était possible, le siliciure Si^2Fe.

» Nous avons d'abord chauffé au four électrique un poids déterminé de fer avec un grand excès de siliciure de cuivre; dans ces conditions nous n'avons obtenu que le composé $SiFe$. Cette expérience négative en vue de la préparation de Si^2Fe nous a permis de montrer que la limite de siliciuration du fer était bien 33 pour 100 lorsque ce métal se trouvait en présence d'une autre substance capable également de se combiner au silicium. Afin de détruire cette sorte d'équilibre, nous avons ajouté, au mélange de siliciure de cuivre et de fer, du silicium libre, afin d'obtenir en quelque sorte la combinaison du fer et du silicium au sein du siliciure de cuivre fondu jouant seulement le rôle de dissolvant. Bien que nous ayons isolé dans ce cas des produits plus riches en silicium combiné, la réaction paraît se limiter par la volatilisation même du silicium.

» Nous avons toutefois réussi à préparer le siliciure Si^2Fe en chauffant au four

électrique le fer avec un grand excès de silicium. A l'aide de réactifs appropriés nous avons pu isoler de petits cristaux très brillants, beaucoup moins foncés que le produit primitif et qui ont présenté à l'analyse la composition exigée par la formule Si^2Fe.

» Ce siliciure, qui a pris naissance dans un produit renfermant 80 pour 100 de silicium, est la combinaison la plus riche en métalloïde que nous ayons pu produire.

» Nous publierons le détail de ces recherches et les analyses dans un Mémoire qui paraîtra dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

» En résumé, l'étude que nous avons faite des combinaisons du fer et du silicium établit nettement l'existence, dans les ferrosiliciums industriels, des siliciures $SiFe^2$, SiFe et Si^2Fe. Nous avons en outre donné des procédés de préparation qui nous ont permis d'obtenir ces composés purs et cristallisés et de faire l'étude de leurs principales propriétés, résultats qui faciliteront les recherches concernant la structure des alliages siliciés. Enfin la siliciuration du fer par les procédés électrométallurgiques peut avoir, suivant la nature des matières premières employées, deux limites correspondant à la formation des composés SiFe et Si^2Fe. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des chlorures d'acides et des anhydrides d'acides sur les composés organo-métalliques du magnésium.* Note de MM. **Tissier** et **Grignard**, présentée par M. Moissan.

« L'un de nous a signalé l'action des composés organo-métalliques du magnésium pour les synthèses en Chimie organique (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 336). Nous avons appliqué cette méthode à l'étude des chlorures et des anhydrides d'acides.

» Les chlorures d'acides et les anhydrides d'acides réagissent avec violence sur les composés organo-métalliques du magnésium. Une goutte de chlorure ou d'anhydride tombant sur ces composés produit le sifflement d'un fer rouge éteint dans l'eau, en même temps qu'il y a projection de gouttelettes liquides. Il faut donc avoir soin de refroidir fortement le ballon dans lequel s'effectue la réaction et de diluer dans l'éther les corps réagissants.

» L'opération se fait alors très facilement dans le ballon même où l'on a préparé le composé organo-métallique muni, à cet effet, d'un entonnoir à robinet et d'un réfrigérant ascendant : on fait tomber goutte à goutte le chlorure ou l'anhydride dilué de 4 à 5 volumes d'éther anhydre. Le ballon doit être maintenu dans la glace et agité de temps en temps.

» Dès le début, il se dépose dans le liquide une partie cristalline qui va en augmentant jusqu'à la fin de l'opération.

« Lorsque le mélange est terminé, on laisse la réaction s'achever d'elle-même à la température ordinaire pendant quelques heures.

» En essorant à la trompe, dans une atmosphère de gaz inerte et sec, on peut séparer le magma cristallin formé de sels magnésiens, chlorures et iodures.

» Le liquide filtré se sépare en deux couches : la couche inférieure, qui renferme presque exclusivement la combinaison du composé organo-métallique et de chlorure ou d'anhydride, et une couche d'éther qui surnage.

» En pratique, lorsque la réaction est terminée, on jette le tout dans l'eau glacée. On obtient ainsi finalement une partie aqueuse tenant en suspension des flocons d'hydrate de magnésium et surnagée par une couche d'éther pur ou tenant en dissolution des produits de la réaction.

» *Chlorures d'acides.* — Nos essais ont porté sur un chlorure de la série grasse, le chlorure d'acétyle, et sur un chlorure de la série aromatique, le chlorure de benzoïle que nous avons fait agir sur l'iodure de méthylmagnésium. Dans les deux cas, en opérant comme nous venons de l'indiquer, nous avons obtenu des alcools tertiaires.

» La réaction se produit en deux phases, d'après les équations suivantes, dans lesquelles R désigne un groupement monovalent CH^3, C^2H^5, etc.

» Formation du composé organo-métallique :

$$-CH^3-I+Mg+n(C^2H^5)^2O=CH^3-Mg-I+n(C^2H^5)^2O.$$

Première phase :

$$CH^3-Mg-I+R-COCl=R-C\begin{cases}O-Mg-I\\CH^3\\Cl.\end{cases}$$

Deuxième phase :

$$R-C\begin{cases}O-Mg-I\\CH^3\\Cl\end{cases}+CH^3-Mg-I=R-C\begin{cases}O-Mg-I\\CH^3\\CH^3\end{cases}+MgICl.$$

Action de l'eau :

$$\left\{\begin{aligned}&2\left(R-C\begin{cases}O-Mg-I\\CH^3\\CH^3\end{cases}\right)+2H^2O\\&=2\left[\begin{matrix}(CH^3)^2\\R\end{matrix}\Big\rangle C-OH\right]+Mg(OH)^2+MgI^2.\end{aligned}\right.$$

» On doit employer $\frac{1}{2}$ molécule de chlorure d'acide pour 1 molécule d'iodure de méthyle. On obtient ainsi :

» Avec le chlorure d'acétyle, le triméthylcarbinol $(CH^3)^3\equiv C-OH$ et des traces d'acétone $CH^3-CO-CH^3$;

» Avec le chlorure de benzoïle, le diméthylphénylcarbinol $\begin{matrix}(CH^3)^2\\C^6H^5\end{matrix}\Big\rangle C-OH.$

» Il se forme en même temps, par suite de réactions secondaires, de petites quantités de carbures d'hydrogène.

» Le diméthylphénylcarbinol a été signalé pour la première fois par l'un de nous, dans l'action de l'acétophénone sur l'iodure de méthyle magnésium, comme un composé liquide. Cet alcool, obtenu facilement à l'état de pureté, par la méthode au

chlorure de benzoïle, est, en réalité, un composé solide, bouillant à 89°-90°, sous 10mm de pression, fusible à 23°.

» Le triméthylcarbinol se décompose par distillation à la pression ordinaire, en donnant de l'eau et du phénylméthoéthène $\begin{matrix} C^6H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!C = CH^2$, bouillant à 158°-160°, à la pression de 8mm.

» Pour éviter cette décomposition, le liquide provenant de la décomposition par l'eau est distillé au bain-marie pour chasser l'éther, puis le diméthylphénylcarbinol est entraîné à la vapeur d'eau, séparé par le carbonate de potassium. Le liquide surnageant, desséché, cristallise directement dans la glace et donne, par essorage, le carbinol pur.

» Les rendements sont de 40 à 50 pour 100.

» La réaction est la même si l'on renverse la réaction, en faisant agir l'iodure de méthylmagnésium sur les chlorures d'acides.

» *Anhydrides d'acides.* — Les anhydrides d'acides réagissent sur les composés organo-métalliques du magnésium en donnant les mêmes produits que les chlorures d'acides.

» Le mode opératoire est identique, et l'on obtient du triméthylcarbinol avec l'anhydride acétique, du diméthylphénylcarbinol avec l'anhydride benzoïque. Le mécanisme de la réaction peut s'interpréter de deux manières différentes suivant qu'une molécule d'iodure de méthylmagnésium agit sur $\frac{1}{2}$ molécule d'anhydride ou sur $\frac{1}{4}$ de molécule.

» En réalité, la réaction nécessite $\frac{1}{2}$ molécule d'anhydride. Si l'on ne fait agir qu'un quart de molécule d'anhydride, le magma cristallin est très faible et il reste un excès d'iodure de methylmagnésium.

» Les réactions se produisent suivant les équations :

Première phase :

$$2(CH^3 - Mg - I) + 2\left(\begin{matrix} R - CO \\ R - CO \end{matrix}\!\!>\!O\right) = 2\left(R - C\begin{matrix} \diagup O - Mg - I \\ - CH^3 \\ \diagdown O - CO - R \end{matrix}\right),$$

Deuxième phase :

$$2\left(R - C\begin{matrix} \diagup O - Mg - I \\ - CH^3 \\ \diagdown O - CO - R \end{matrix}\right) + 2(CH^3 - Mg - I) = 2\left(R - C\begin{matrix} \diagup O - Mg - I \\ - CH^3 \\ \diagdown CH^3 \end{matrix}\right) + 2(R - CO^2)^2Mg + MgI^2.$$

» Nous continuons l'étude de ces composés avec les chlorures et les anhydrides d'acides monobasiques et polybasiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'alcool caprylique sur son dérivé sodé; synthèse des alcools dicaprylique et tricaprylique.* Note de M. Marcel Guerbet, présentée par M. Moissan.

« Dans des Communications antérieures ([1]), j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie que les alcools primaires à poids moléculaire élevé, comme

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 511 et 1002, et t. CXXXII, p. 207.

l'alcool amylique inactif, l'alcool œnanthylique, chauffés avec leurs dérivés sodés respectifs, doublent et triplent leur molécule en donnant naissance à des alcools plus condensés et primaires comme leurs générateurs.

» On obtient, par exemple, avec l'alcool œnanthylique $C^7H^{16}O$, les alcools diœnanthylique $C^{14}H^{30}O$ et triœnanthylique $C^{21}H^{44}O$, et l'on peut formuler très simplement les réactions qui leur donnent naissance :

$$C^7H^{16}O + C^7H^{15}NaO = C^{14}H^{30}O + NaOH,$$
$$C^{14}H^{30}O + C^7H^{15}NaO = C^{21}H^{44}O + NaOH.$$

» Par chaque molécule d'alcool formé, il s'élimine une molécule de soude, qui réagit ensuite sur une partie des alcools en les transformant en acides correspondants, suivant la réaction de Dumas et Stas.

» Il y avait lieu de rechercher si les alcools secondaires se comporteraient de même, et j'ai tenté l'expérience sur l'un de ces alcools, l'alcool caprylique $C^8H^{18}O$. J'ai obtenu ainsi les alcools dicaprylique $C^{16}H^{34}O$ et tricaprylique $C^{24}H^{50}O$, qui prennent naissance dans des réactions tout à fait analogues :

$$C^8H^{18}O + C^8H^{17}NaO = C^{16}H^{34}O + NaOH,$$
$$C^{16}H^{34}O + C^8H^{17}NaO = C^{24}H^{50}O + NaOH.$$

» Les alcools dicaprylique et tricaprylique ainsi formés sont des alcools secondaires comme l'acool caprylique lui-même; aussi la soude formée ne réagit plus sur eux comme elle le faisait dans le cas de l'alcool œnanthylique, et l'on ne trouve que des traces d'acides dans les produits de la réaction.

» L'alcool caprylique employé avait été purifié suivant les indications données par Bouis (¹); il avait notamment été distillé deux fois sur la potasse caustique pour le priver de toute trace d'alcool œnanthylique. Il bouillait à 178°-179°.

» On effectue la réaction dans une bouteille en cuivre munie d'un réfrigérant à reflux et d'un thermomètre plongeant jusqu'au fond du vase. On introduit dans l'appareil 420gr d'alcool caprylique et 33gr de sodium et l'on chauffe légèrement pour hâter la dissolution du métal. Lorsqu'elle est complète, le dégagement d'hydrogène, d'abord très rapide, devient à peu près nul; on élève alors peu à peu la température et l'on observe qu'à 200° il se fait un peu d'eau qui se condense dans le réfrigérant et produit un bruit particulier en retombant dans le liquide chaud. A ce moment, on retourne le réfrigérant et l'on règle la chauffe pour permettre à l'eau qui se produit de distiller en entraînant le moins possible d'alcool caprylique. On chauffe ainsi pendant six heures de 200° jusqu'à 250° et l'on recueille 2gr,50 d'eau. On observe que, pendant

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XCVII, p. 34.

tout ce temps, il se dégage un peu d'hydrogène. Après refroidissement, on reprend la masse par l'eau acidulée d'une quantité d'acide sulfurique telle que la solution obtenue reste nettement alcaline. On achève la saturation par un courant d'acide carbonique et l'on décante le mélange d'alcool qui vient surnager, sous forme d'un liquide huileux.

» La solution aqueuse est lavée plusieurs fois avec de l'éther, et l'on constate qu'elle renferme seulement 2gr d'un acide huileux bouillant à 218°-220° : c'est de l'acide œnanthylique.

» La couche huileuse est desséchée sur le carbonate de potasse et distillée sous pression réduite. Il passe d'abord de l'alcool caprylique inaltéré, puis les alcools dicaprylique et tricaprylique, que l'on sépare par distillation fractionnée. On obtient ainsi 80gr d'alcool dicaprylique, distillant entre 172° et 175° sous 17mm de pression, et 32gr d'alcool tricaprylique impur distillant entre 235° et 240° sous la même pression.

» L'alcool dicaprylique peut être obtenu à l'état de pureté en le rectifiant de nouveau plusieurs fois. Il répond à la formule $C^{16}H^{34}O$ (C : trouvé 79,32, calculé 79,33; H : trouvé 14,19, calculé 14,06). Il n'en est pas de même de l'alcool tricaprylique, qui se trouve toujours mélangé d'un composé neutre, non alcoolique, ayant à peu près le même point d'ébullition que lui. Pour l'en séparer, on emploie la méthode indiquée par M. Haller [1] pour l'extraction des alcools que renferment les huiles essentielles ; on chauffe le mélange à 200° avec un excès d'anhydride phtalique qui transforme l'alcool tricaprylique en éther phtalique acide. On extrait ce dernier par une dissolution froide de carbonate de soude, qu'on lave ensuite plusieurs fois avec de l'éther pour lui enlever complètement le composé non alcoolique. En acidulant ensuite la liqueur, on obtient l'éther acide que l'on saponifie par la potasse alcoolique. On lave enfin l'*alcool triœnanthylique*, on le dessèche sur le carbonate de potasse et on le rectifie. Il n'est pas encore tout à fait pur, car on trouve à l'analyse 81,80 pour 100 de carbone et 14 pour 100 d'hydrogène, alors que la formule $C^{24}H^{50}O$ exige C 81,36, H 14,13.

» C'est un liquide incolore, huileux, bouillant de 227° à 230° sous 12mm de pression. Son éther acétique bout à 224°-227° sous 10mm de pression.

» L'*alcool dicaprylique* est un liquide incolore, huileux, d'odeur très faible rappelant un peu celle du suif, ne se solidifiant pas à — 20°, bouillant à 173° sous 17mm de pression. Sa densité à 0° est 0,8473 et à 15° 0,8387.

» Nous avons vu plus haut que, pendant la réaction de l'alcool caprylique sur son dérivé sodé, il se dégage un peu d'hydrogène et d'eau. Celle-ci provient de l'action de la soude sur les alcools qui se transforment partiellement en alcools sodés avec élimination d'eau. Quant à l'hydrogène, il prend naissance vraisemblablement dans l'oxydation secondaire de l'alcool caprylique, qui produit la petite quantité d'acide œnanthylique observée.

(1) Haller, *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1308, et t. CXXII, p. 865.

» L'alcool dicaprylique est un alcool secondaire, car sa vitesse d'éthérification a été trouvée égale à 20. L'enchaînement des deux molécules d'alcool caprylique $CH^3 - (CH^2)^5 - CHOH - CH^3$ ne se fait donc point sur le groupement fonctionnel, car on obtiendrait un alcool tertiaire. Il y avait lieu de s'y attendre, d'ailleurs, puisque les condensations des alcools amylique inactif et œnanthylique, tous deux alcools primaires, donnent naissance, comme je l'ai montré, aux alcools diamylique et diœnanthylique, qui sont aussi des alcools primaires.

» L'oxydation méthodique de ces alcools renseignera sans doute sur le lieu de l'enchaînement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Vaporisation et hydratation du glycol éthylénique.* Note de M. DE FORCRAND.

« I. *Tension de vapeur du glycol.* — Le point d'ébullition du glycol a été trouvé égal à 197° sous la pression de 760mm (1).

» J'ai aussi déterminé les points d'ébullition.

186°,5	sous la pression de	544mm,3
173,2	»	357,3
140,8	»	101
136,7	»	83
122,5	»	44

» Ces nombres permettent de construire la courbe des tensions de vapeur.

» Ils donnent aussi, par la formule de Clapeyron, les chaleurs de vaporisation suivantes, pour une molécule :

14Cal,60	à la température de	130°,6
14,15	»	160,3
13,04	»	188,4

nombres qui diminuent à mesure que la température s'élève, d'abord très lentement, puis beaucoup plus vite, et qui tendent à se rapprocher de la donnée fournie par M. Longuinine, 12Cal,06 à 197°.

(1) M. Longuinine a publié 197°,37 sous 760mm, avec une variation de 0°,048 pour 1mm. Wurtz avait donné 197°,25 sous la pression 764mm,5, ce qui fournirait 197°,03 avec la correction précédente, qui est probablement un peu forte.

» Le premier de ces résultats ($14^{Cal},60$) peut servir à calculer avec une approximation suffisante la tension de vapeur à 100°. On trouve ainsi $13^{mm},34$.

» On sait d'ailleurs, depuis longtemps, que le glycol est un peu volatil à la température du bain-marie; la tension de $13^{mm},34$ est en effet sensiblement celle de l'eau à + 16°.

» Au contraire, à la température ordinaire, le glycol pur n'a qu'une tension de vapeur insensible. Le calcul, beaucoup moins rigoureux dans ce cas, donnerait seulement quelques centièmes de millimètres ($0^{mm},026$ à + 10°). C'est à peu près la tension de vapeur du mercure. Le glycol n'émet donc pas de vapeurs à froid, du moins d'une manière appréciable.

» II. *Hydratation du glycol.* — Mais lorsqu'on l'expose pendant quelque temps à l'action de l'air atmosphérique, un autre phénomène intervient. Le glycol est extrêmement hygroscopique. Il absorbe l'humidité de l'air comme le ferait l'acide sulfurique ou l'alcool absolu. C'est sans doute à cette propriété, que je n'ai trouvée signalée nulle part, que sont dues les quelques divergences que l'on remarque au sujet du glycol, notamment la densité un peu trop faible (1,1250 à 0°, au lieu de 1,1297) donnée par Wurtz, et aussi ce fait que ce savant n'avait pu arriver à le solidifier.

» Quelques grammes du glycol pur, abandonnés à l'air pendant quelques jours, ont pris 30 pour 100 de leur poids d'eau après une semaine, et en tout 60 pour 100 après deux semaines; ce dernier nombre correspond à $2H^2O$ et paraît être la limite.

» D'ailleurs la chaleur de dissolution du glycol est positive ($+1^{Cal},65$, ou $+1^{Cal},70$ d'après M. Longuinine).

» Pour vérifier qu'il se formait au moins un hydrure et rechercher si sa composition correspond à $2H^2O$, j'ai dissous dans un grand excès d'eau des mélanges faits à l'avance de glycol et d'eau, et j'ai obtenu les chaleurs de dissolution suivantes :

Pour 100 d'eau.		Cal
6,77	$C^2H^6O^2 + 0,25H^2O$	1,591
12,67	» + 0,50 »	1,520
22,50	» + 1 »	1,383
30,34	» + 1,50 »	1,291
36,73	» + 2 »	1,202
39,51	» + 2,25 »	1,116
42,06	» + 2,50 »	1,082
46,55	» + 3 »	1,054
53,73	» + 4 »	0,929
59,20	» + 5 »	0,767

» Jusqu'à $2H^2O$, c'est la formule empirique suivante qui représente le phénomène

$$Q = 1,675 - 0,260n.$$

» Au delà de $2H^2O$, il faut prendre la formule ([1])

$$Q = 1,202 - 0,147(n - 2).$$

» Tout se passe donc bien comme si, à partir de $2H^2O$, on avait affaire à une dissolution d'un hydrate à $2H^2O$ dans l'eau en excès.

» D'ailleurs, la courbe indique nettement un hydrate à ce point et peut être même un autre hydrate à $1H^2O$.

» Enfin j'ai fait quelques mesures de densité pour les mélanges suivants :

	Trouvé.	Calculé sans contraction	Contraction en volume pour 100.
$C^2H^6O^2 + H^2O$	1,1107	1,0977	1,17
» $+ 2H^2O$	1,0951	1,0783	1,53
» $+ 2,25H^2O$	1,0900	1,0746	1,41
» $+ 2,50H^2O$	1,0853	1,0714	1,28

» Le maximum de contraction correspond encore à $2H^2O$.

» On peut donc admettre qu'il existe au moins un hydrate, de composition $C^2H^6O^2 + 2H^2O$. Sa chaleur de formation serait très faible, environ $0^{Cal},60$. »

THERMOCHIMIE. — *Dissociation et étude thermique du composé* $Al^2Cl^6, 18AzH^3$. Note de M. E. Baud.

« Lorsqu'on dirige un courant de gaz ammoniac sur le chlorure d'aluminium dodécammoniacal refroidi à 0°, on n'observe aucune augmentation de poids. Il en est de même si l'on opère à la température de $-10°,7$. Au contraire, si l'on refroidit à $-18°$ ou $-20°$, on obtient un corps de composition $Al^2Cl^6 + 16,43AzH^3$; en opérant à $-22°$ ou $-23°$, la composition devient $Al^2Cl^6 + 17,7AzH^3$. Il se produit donc un nouveau corps, ayant très probablement pour formule $Al^2Cl^6, 18AzH^3$, et déjà les faits qui précèdent montrent que sa tension de dissociation est égale à la pression atmosphérique, entre $-10°7$ et $-18°$.

([1]) n est le nombre de molécules d'eau primitivement mélangées avec $C^2H^6O^2$; 1,675 et 1,202 sont les densités du glycol pur et de l'hydrate à $2H^2O$.

» I. *Chaleur de formation.* — Ce corps ne pouvant exister à la température ordinaire, j'ai dû le maintenir à température basse (—18° et —22°) pour le dissoudre dans l'eau du calorimètre (60^lit à +10°).

» Ces expériences nécessitaient une correction indispensable et la connaissance préalable de la chaleur spécifique de ce composé.

» Dans ce but, j'ai déterminé expérimentalement la chaleur spécifique de Al^2Cl^6 et celle de $Al^2Cl^6, 12AzH^3$ entre —22° et +15°, et j'en ai déduit par le calcul (loi de Wœstyn) la chaleur spécifique de $Al^2Cl^6, 18AzH^3$.

» J'ai trouvé pour chaleur spécifique de :

Al^2Cl^6..............	50,196 (¹)	soit	0,188 par gramme
$Al^2Cl^6, 12AzH^3$.....	188,400	soit	0,400 »

» D'où pour $12AzH^3$:

$$188,400 - 50,176 = 138,204,$$

soit 11,517 pour chaleur spécifique moléculaire de AzH^3 solide.

» On aura donc pour $Al^2Cl^6, 18AzH^3$, la somme des chaleurs spécifiques de :

$Al^2Cl^6, 12AzH^3$....................		188,400
Et $6AzH^3$.........................	$6 \times 11,517 =$	69,102
Soit............................		257,502

ou, par unité de poids : 0,4494.

» Connaissant la chaleur spécifique, j'ai pu déterminer la température moyenne initiale. J'ai ainsi trouvé, toutes corrections faites, pour chaleurs de dissolution :

Première expérience : Le corps $Al^2Cl^6 + 16,43AzH^3$ étant à — 18°... $+14^{cal},997$
Deuxième expérience : Le corps $Al^2Cl^6 + 17,70AzH^3$ étant à — 22°... $+15^{cal},800$

» Dans les deux cas, ces corps sont des mélanges de

$$Al^2Cl^6, 12AzH^3 \quad \text{et de} \quad Al^2Cl^6, 18AzH^3.$$

Si l'on calcule d'après ces nombres la chaleur de dissolution de $Al^2Cl^6, 18AzH^3$, on trouve :

1°	$+15^{Cal},814$	Moyenne................ $+15^{Cal},88$
2°	$+15^{Cal},944$	

» On en déduit pour la chaleur de fixation de :

$18AzH^3$.................................	$+317^{Cal},85$
Al^2Cl^6 sol. + $18AzH^3$ gaz = $Al^2Cl^6, 18AzH^3$ sol.	$+317^{Cal},85$

Ce nombre paraît extraordinairement élevé, mais il convient de remarquer que la

(¹) Par le calcul, d'après la chaleur spécifique de Al et celle de Cl solide, on trouve 48,36 pour Al^2Cl^6. J'ai pris pour chaleur spécifique de Cl la moyenne des nombres donnés par M. Berthelot (*Mécanique chimique*, t. II, p. 482).

chaleur de fixation des douze premières molécules est déjà $+268^{Cal},23$; on a donc pour le passage du corps à $12AzH^3$ au composé à 18 :

$$Al^2Cl^6, 12AzH^3 \text{ sol.} + 6AzH^3 \text{ gaz} = Al^2Cl^6, 18AzH^3 \text{ sol.} \ldots \quad +49^{Cal},62$$
$$\text{Soit} \ldots\ldots \quad +8^{Cal},27$$

pour un seul AzH^3.

» Ainsi le chlorure d'aluminium fixant deux premières molécules de AzH^3 donne $+41^{Cal},14$ par molécule, tandis que les six dernières donnent seulement comme moyenne $+8^{Cal},27$.

» Ces deux nombres sont, le premier le plus élevé, le second le plus faible de tous ceux qui ont été publiés jusqu'ici pour les chlorures ammoniacaux.

» II. *Dissociation.* — J'ai supprimé complètement, dans l'appareil qui m'a servi à la mesure des tensions, l'emploi des robinets.

» Quelques grammes du composé Al^2Cl^6, $12AzH^3$ étaient placés dans un tube en U. A l'une des branches de celui-ci était soudé à la lampe un tube recourbé destiné à servir de manomètre. Par l'autre branche on faisait arriver l'ammoniac, le tube en U plongeant dans du chlorure de méthyle, pour préparer le corps à $18AzH^3$.

» Celui-ci formé, on obturait le tube manométrique avec du mercure, et l'on fermait à la lampe l'autre branche du tube en U.

» Il ne restait plus qu'à maintenir la matière à une température constante, pendant un temps suffisamment long (quelquefois plusieurs jours), pour mesurer la tension correspondant à l'état d'équilibre.

» J'ai déterminé les tensions de dissociation à 0°, à −10°,7 (mélange de glace et de chlorure de potassium), à −22°,3 (chlorure de méthyle) et enfin à −37° (ammoniac liquide). Dans ces deux dernières expériences, le liquide réfrigérant était placé dans une éprouvette à double enveloppe à vide de Crookes.

» Voici les valeurs obtenues :

t.	T.	*p.*	Pression calculée.
°		mm	mm
0	273	1790	»
−10,7	262,3	970	965
−22,3	250,7	481	465
−37	236	189	177

» Dans la dernière colonne j'ai inscrit les tensions calculées d'après la formule de Clapeyron, en prenant pour bases $Q = +8^{cal},27$ et p à $0° = 1790^{mm}$.

» Si l'on construit la courbe des tensions ou bien si l'on calcule T au moyen de la formule de Clapeyron et en prenant toujours pour bases $Q = 8^{cal},27$ et $p = 1790^{mm}$ on trouve que la tension devient égale à 760^{mm} à la température de −14°,6, soit 258°,4 abs. ce qui donne pour la variation d'entropie

$$\frac{Q}{T} = \frac{8270}{258,4} = 32,004$$

ce qui est bien la moyenne fournie par les chlorures ammoniacaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la nitration directe dans la série grasse.* Note de M. A. **Wahl**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 687), M. Bouveault et moi avons montré que l'acide nitrique fumant réagit sur le diméthylacrylate d'éthyle pour donner très facilement un dérivé nitré bien défini répondant à la formule $C^7H^{11}AzO^4$.

» Le but que nous nous étions proposé étant l'étude de l'action de l'acide nitrique fumant sur les composés non saturés, ces recherches ont ensuite porté sur d'autres éthers dérivés de l'acrylate d'éthyle, tels que le crotonate d'éthyle, le tiglate d'éthyle et l'isolauronolate d'éthyle.

» *Crotonate d'éthyle.* — Le crotonate d'éthyle employé a été préparé directement en partant du bromobutyrate d'éthyle.

» On fait bouillir 1 partie de cet éther bromé avec 1,5 partie de diéthylaniline pendant plusieurs heures, et l'on achève la préparation en suivant les mêmes indications que celles prescrites par Weinig (*Lieb. Ann.*, t. CCLXXX, p. 253) pour le diméthylacrylate d'éthyle.

» On obtient ainsi un liquide bouillant à 135°-140°, qui est du crotonate d'éthyle complètement exempt d'isocrotonate, car, par saponification, on en retire l'acide crotonique solide fondant à 72°. Dans cette préparation, le rendement en éther crotonique est de 40 à 50 pour 100 de la théorie. L'acide et l'éther crotonique n'avaient jamais été préparés au moyen de l'acide α-bromobutyrique; au contraire, faisant réagir la diméthylaniline sur l'éther α-bromobutyrique, M. Bischoff (¹) a constaté qu'il ne se forme pas trace d'éther non saturé. C'est le remplacement de la diméthylaniline par la diéthylaniline qui permet à la réaction d'avoir lieu.

» L'acide nitrique fumant seul réagit difficilement sur le crotonate d'éthyle, même lorsque l'acide est en grand excès.

» On arrive à obtenir un produit nitré, en petite quantité, en ajoutant seulement 1 partie d'éther crotonique à un mélange de 4 parties d'acide nitrique fumant et 1 partie d'acide sulfurique maintenu au-dessous de 25°. Le produit versé sur la glace, lavé à l'eau et au carbonate de soude, est distillé dans le vide; il se décompose légèrement pendant la distillation, mais la portion moyenne rectifiée, qui bout à 100°-106° sous 13mm, soumise à l'analyse, a donné des chiffres voisins de ceux correspondant à $C^6H^9AzO^4$.

» *Tiglate d'éthyle.* — Le tiglate d'éthyle a été préparé par la méthode de Frankland et Duppa (²), qui consiste à traiter l'éther oxalique par un mélange

(¹) *Berichte d. Deut. chem. Ges.*, t. XXXI, p. 3020.

(²) *Lieb. Ann.*, t. CXXXV, p. 38, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. V p. 502.

d'iodure d'éthyle et de méthyle en présence de zinc, et à deshydrater l'éther éthométhoxalique par le trichlorure de phosphore.

» Le tiglate d'éthyle traité par l'acide nitrique fumant (5 parties pour 1 partie d'éther) donne un liquide jaunâtre sans odeur spéciale, plus lourd que l'eau, que la distillation dans le vide décompose fortement avec dégagement de vapeurs intenses. L'analyse du produit brut montre qu'il s'est fixé de l'acide nitrique en quantité plus grande que celle qui correspondrait à un nitrate ou à un nitré.

» Soumis à la réduction au moyen de l'amalgame d'aluminium, il a fourni du tiglate d'éthyle, mais pas de dérivé amidé; il s'est dégagé de l'ammoniaque.

» *Isolauronolate d'éthyle.* — Il a été préparé par éthérification de l'acide isolauronolique suivant les indications de M. Blanc.

» L'acide nitrique fumant réagit très vivement sur lui, le mélange s'échauffe fortement, et il se dégage des vapeurs nitreuses en abondance. Pour modérer la réaction, l'éther a été dissous dans le chloroforme et la solution chloroformique versée dans l'acide nitrique fumant refroidi à 0°. Le produit, traité comme d'habitude, donne une huile épaisse jaune, plus lourde que l'eau, que la distillation dans le vide décompose. Les chiffres analytiques montrent qu'il s'est également fixé plus d'acide nitrique que ne le demanderait un dérivé nitré ou un nitrate.

» La réduction par l'amalgame d'aluminium a régénéré de l'isolauronolate d'éthyle qui a été caractérisé par son point d'ébullition et sa saponification en acide isolauronolique (P. F. 133°).

» Le produit de la nitration de l'isolauronolate d'éthyle abandonné pendant plusieurs mois a laissé déposer une petite quantité de cristaux blancs qui, après purification par recristallisation dans un mélange bouillant d'éther et d'éther de pétrole, constituent de beaux prismes incolores bien définis fondant à 79°.

» L'analyse conduit à la formule $C^{11}H^{19}AzO^5$, qui répond à un *nitrate de l'isolauronolate d'éthyle.*

$$C^{11}H^{19}AzO^5 = C^{11}H^{18}O^2 + AzO^3H.$$

» Il semble donc, dans toutes ces réactions de l'acide nitrique sur les éthers non saturés dérivés de l'éther acrylique, que le diméthylacrylate d'éthyle seul fournisse un dérivé nitré; dans les autres cas, l'acide nitrique se fixe simplement pour donner des nitrates, comme M. Bouveault (*Bull. Soc. Chim.*, t. XXIII, p. 535) l'a d'ailleurs déjà constaté dans la nitration du camphène.

» J'ai étudié également la façon dont se comportent, vis-à-vis de l'acide nitrique, les éthers cinnamiques qui peuvent aussi être considérés comme des dérivés de l'éther acrylique. On savait déjà que les acides et les éthers nitrocinnamiques, soumis à l'action du mélange sulfonitrique, fournissent des dérivés nitrés dans la chaîne latérale. (Friedlander et ses élèves, *Lieb. Ann.*, t. CCXXIX, p. 235.)

» D'autre part, la nitration du cinnamate d'éthyle par le même réactif donne un mélange d'éther et de paranitrocinnamate d'éthyle. (Friedlander, *Fortschritte der Theerfarbenfabrikation*, t. I, p. 125.)

» J'ai soumis le cinnamate de méthyle à l'action de l'acide nitrique fumant seul à la température ordinaire, et j'ai obtenu un mélange d'éthers ortho et paranitrocinnamiques, faciles à séparer par suite de leur différence de solubilité dans l'éther. Ils ont été caractérisés par leurs points de fusion et leur transformation en acides nitrocinnamiques correspondants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le prétendu binaphtylène-alcool.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. Haller.

« M'étant proposé de préparer l'orthoformiate trinaphtylique

$$CH \begin{cases} OC^{10}H^7 \\ OC^{10}H^7 \\ OC^{10}H^7 \end{cases}$$

par l'action du chloroforme sur le β-naphtolate sodique en tubes scellés à 150°, j'ai obtenu deux corps directement cristallisés : l'un en cubes, l'autre en aiguilles, ne possédant ni l'un ni l'autre la formule désirée, mais dérivant du trinaphtylméthane.

» Le corps cristallisé en cubes, purifié et soumis à un grand nombre d'analyses, m'a conduit très exactement à la formule $C^{31}H^{20}O^2$.

» En poursuivant son étude j'ai reconnu son identité complète avec un corps découvert par Rousseau et considéré par lui comme un binaphtylène-alcool de formule $C^{22}H^{14}O$.

» Pour démontrer la constitution du prétendu binaphtylène-alcool je l'ai préparé en suivant les indications de Rousseau.

» Ce savant, en appliquant au β-naphtol la réaction de Reimer et Tiemann, a obtenu :

» L'aldéhyde oxynaphtoïque $C^{10}H^6 \begin{cases} COH\ (1) \\ OH\ \ (2) \end{cases}$.

» Une masse considérable de produits insolubles dans les alcalis, comprenant :

» 1° Un glycol qu'il considère comme dérivé du binaphylène; il serait engendré par élimination de 2OH entre 2 molécules d'aldéhyde oxynaphtoïque et transformation des deux fonctions aldéhyde en fonction tertiaire

$$\begin{array}{l} H \quad OH - C^{10}H^6 - COH \\ H \quad OH - C^{10}H^6 - COH \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} C^{10}H^6 - COH \\ \mid \qquad\quad \Vert \\ C^{10}H^6 - COH \end{array};$$

» 2° Un anhydride, $C^{22}H^{12}O$, du glycol $C^{22}H^{14}O^2$;

» 3° Un monoalcool $C^{22}O^{14}O$ correspondant au glycol et, par conséquent, de formule

$$\begin{matrix} C^{10}H^6 - CH \\ | \qquad\quad \| \\ C^{10}H^6 - CHO \end{matrix}$$

» C'est l'étude de ce dernier corps qui fera l'objet de la présente Note.

» D'après Rousseau, il ne se formerait qu'en faible proportion ; le glycol constituerait la plus grande partie des produits insolubles dans les alcalis. En opérant exactement comme Rousseau j'ai surtout obtenu du prétendu monoalcool.

» Le produit que Rousseau a eu entre les mains était très impur; il se décomposait sans fondre à 260° et les analyses lui ont fourni de mauvais résultats.

» Par un certain nombre de cristallisations dans le nitrobenzène chaud, évaporation du dissolvant dans le vide, cristallisation à plusieurs reprises dans l'acétone, j'ai obtenu de beaux cristaux incolores cristallisant avec de l'acétone, devenant opaques par dessiccation.

» Ces cristaux, privés d'acétone, fondent à 273° en un liquide brun. Ils sont très peu solubles dans les dissolvants ordinaires, même à l'ébullition. Ils ne se dissolvent pas dans les alcalis en solution aqueuse, mais sont très solubles dans les alcalis en solution alcoolique, d'où l'eau en précipite une matière blanche identique au corps primitif.

» Ce corps n'a pas la formule $C^{22}H^{12}O$ et n'est pas un dérivé du binaphtylène; c'est un dérivé du trinaphtylméthane $C^{31}H^{20}O^2$ de formule $OH.C^{10}H^6-CH\langle{C^{10}H^6 \atop C^{10}H^6}\rangle O$, le naphtylol-naphtyl-oxynaphtyl-méthane, ainsi que le prouvent son analyse et celle de ses éthers méthylique, éthylique, acétique, le dosage de l'acétyle dans l'éther acétique, la détermination du poids moléculaire par cryoscopie et enfin sa synthèse en partant de l'aldéhyde oxynaphtoïque et du β-naphtol.

» *Analyses.* — Trouvé :	C...	87,19	87,39	87,41	87,51	Théorie...	87,73
	H...	4,49	4,75	4,70	4,90		4,71

L'éther méthylique fond à 255°.	Trouvé : C.....	87,22	Théorie.....	87,60
	H.....	4,96	»	5,82

Trouvé : C...	84,14	Trouvé par Rousseau...	84,49	84,75	Théorie...	84,97
H...	5,19		5,08	4,72		5,02

L'éther acétique fond à 285°.

» *Dosage de l'acide acétique.* — Trouvé...... 12,01 Théorie...... 12,87

» *Poids moléculaire.* — Des déterminations cryoscopiques dans le nitrobenzène et ébullioscopique dans l'acétone ont donné des abaissements trop faibles (inférieurs

à 0°,10) pour des nombres rigoureux. Une détermination cryoscopique de l'éther méthylique dans le benzène a donné : M = 408; théorie : M = 438.

» *Synthèse.* — Comme je le ferai voir dans une prochaine Communication, j'ai obtenu, par l'action de l'aldéhyde oxynaphtoïque sur le β-naphtol en solution acétique en présence de SO^4H^2, la synthèse du naphtylol-naphtyl-oxynaphtyl-méthane $OH - C^{10}H^6 - CH\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle O$ d'après la formule

$$OH - C^{10}H^6 - CHO + 2C^{10}H^7OH = OH - C^{10}H^6 - CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O + 2H^2O.$$

Ce corps est identique à celui désigné par Rousseau : binaphylène-alcool.

» En résumé, le prétendu binaphylène-alcool de Rousseau ne nous paraît être autre chose qu'un dérivé du trinaphtylméthane. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le ββ-Diacétylpropionate d'éthyle.* Note de M. F. **March**, présentée par M. Haller.

« Dans une Note précédente (1), j'ai indiqué la préparation du ββ-diacétylpropionate d'éthyle, $(CH^3 - CO)^2 - CH - CH^2 - COOC^2H^5$, et son action sur la phénylhydrazine. L'étude de ce composé m'a fourni de nouveaux dérivés.

» *Action de la soude.* — Tous les essais de saponification de la fonction éther, en vue d'obtenir l'acide diacétylpropionique, n'ont pas donné de résultats. Par contre, si l'on fait agir sur le ββ-diacétylpropionate d'éthyle une lessive de soude concentrée, la molécule se scinde et l'on obtient un mélange d'*acide acétique* et d'*acide lévulique*, suivant la réaction

$$\begin{matrix}CH^3 - CO\\CH^3 - CO\end{matrix}\Big\rangle CH - CH^2 - COOC^2H^5 + 2NaOH$$
$$= CH^3COONa + CH^3 - CO - CH^2 - CH^2 - COONa + C^2H^5OH.$$

» L'acide lévulique a été caractérisé par son point d'ébullition et sa semi-carbazone soluble dans l'alcool bouillant et fondant à 187° avec décomposition.

» *Semi-carbazones.* — Le chlorhydrate de semi-carbazide donne avec le ββ-diacétylpropionate d'éthyle, en présence d'acétate de soude, un mélange de deux semi-carbazones, suivant qu'une ou deux molécules de semi-carbazide réagissent sur la molécule d'éther. On sépare ces deux produits en épuisant longuement le mélange avec de l'éther dans l'appareil de Sohxlet.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1192.

» La partie soluble dans l'éther fournit de beaux cristaux incolores, fondant à 121°-122° en une seconde au bloc Maquenne. L'analyse et le dosage conduisent au corps $C^{18}H^{15}O^3Az^3$, formé d'après la réaction :

$$CH^3-CO-\underset{|}{\overset{CH^2-COOC^2H^5}{CH}}-CO-CH^3+CO\langle{}^{AzH^2}_{AzH-AzH^2} = CH^3-\underset{\|}{C}-\overset{CH^2-COOC^2H^5}{C}=C-CH^3+2H^2O \quad (Az-Az-COAzH^2)$$

c'est l'urée du diméthylpyrazoléthanoate d'éthyle.

» La partie insoluble dans l'éther est une poudre blanche, insoluble aussi dans l'alcool même bouillant et fondant à 224-225° en une seconde au bloc Maquenne. L'analyse et le dosage d'azote donnent à ce corps la formule $C^{11}H^{20}O^4Az^6$ d'après la réaction

$$CH^3-CO-\overset{CH^2-COOC^2H^5}{CH}-CO-CH^3+2CO\langle{}^{AzH^2}_{AzH-AzH^2}$$

$$= \underset{AzH^2-CO-AzH-Az}{CH^3-\overset{\|}{C}}-\overset{CH^2-COOC^2H^5}{CH}-\underset{Az-AzH-CO-AzH^2}{\overset{\|}{C}-CH^3}+2H^2O$$

» *Diméthyloxazoléthanoate d'éthyle.* — L'hydroxylamine réagit sur le ββ-diacétylpropionate d'éthyle et fournit un oxazol comme dans le cas de l'acétylacétone.

» On dissout 50gr de diacétylpropionate d'éthyle dans l'alcool, on ajoute une solution de 25gr de chlorhydrate d'hydroxylamine dans le moins d'eau possible, puis peu à peu 25gr de CO^3K^2. On chauffe au bain-marie vingt-quatre heures. On distille l'alcool, on épuise au moyen de l'éther. On obtient ainsi une huile qui, distillée dans le vide, fournit environ 25gr d'un produit passant à 152° sous 25mm. L'analyse de ce corps montre que sa formule est $C^9H^{13}O^3Az$:

$$CH^3-\underset{\|}{C}-\overset{CH^2-CO^2C^2H^5}{C}=\underset{|}{C}-CH^3, \quad (Az-O)$$

diméthyloxazoléthanoate d'éthyle, soluble dans l'alcool, dans l'éther, insoluble dans l'eau.

» *Acide diméthyloxazoléthanoïque.* — Le produit ainsi obtenu, soumis à l'action d'une lessive de soude, fournit très facilement l'acide correspondant. En traitant par l'acide chlorhydrique, il se précipite presque totalement, cristallisé en belles aiguilles. Il suffit de l'essorer et de le faire cristalliser dans l'éther pour l'avoir complètement pur. L'épuisement au moyen de l'éther de la solution fournit une nouvelle quantité d'acide. Cet acide fond à 122°, est assez soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool et l'éther.

» L'analyse de ce corps montre qu'il correspond bien à la formule

$$\begin{array}{c} \qquad\qquad CH^2-COOH \\ \qquad\quad | \\ CH^3-C-C=C-CH^3. \\ \| \qquad / \\ Az-O \end{array}$$

» *Sel de baryum* : $(C^7H^8O^3Az)^2Ba + 2H^2O$. — Le sel de baryum s'obtient en neutralisant la solution de l'acide dans l'eau par de l'eau de baryte. On obtient de belles aiguilles fondant à 196-198°. Soluble dans l'eau et dans l'alcool.

» *Sels de potassium et de sodium.* — Ces sels s'obtiennent en neutralisant l'acide par le carbonate correspondant. Ils sont très solubles dans l'eau, dans l'alcool, très déliquescents.

» *Sel de cuivre* : $(C^7H^8O^3Az)^2Cu$. — S'obtient par double décomposition entre un sel alcalin et l'acétate de cuivre. Précipité vert, insoluble dans l'eau et dans l'alcool.

» *Sel d'argent* : $(C^7H^8O^3Az)Ag$. — Précipité blanc cristallin, insoluble dans l'eau et dans l'alcool. Se décompose vers 200°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Propriétés des produits de substitution alcoylés de l'acétonedicarbonate d'éthyle monocyané. Action du chlorure de cyanogène sur l'acétonedicarbonate de méthyle.* Note de M. J. **Derôme**, présentée par M. Haller.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai indiqué comment l'action du chlorure de cyanogène sur l'acétonedicarbonate d'éthyle monosodé m'a permis de préparer l'acétonedicarbonate d'éthyle monocyané

$$\begin{array}{c} CO^2C^2H^5-\underset{\underset{\displaystyle CAz}{|}}{CH}-CO-CH^2-CO^2C^2H^5. \end{array}$$

» J'ai pu obtenir aussi les dérivés barytique, cuivrique et argentique de ce corps cyané; l'action de l'iodure d'éthyle sur le dérivé argentique m'avait enfin conduit au dérivé éthylique, pour lequel j'indiquais deux formules possibles : celle d'abord qui vient le plus naturellement à l'esprit

$$CO^2C^2H^5-\overset{\overset{\displaystyle C^2H^5}{|}}{\underset{\underset{\displaystyle CAz}{|}}{C}}-CO-CH^2-CO^2C^2H^5,$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1475.

puis la forme tautomère

$$CO^2C^2H^5 - \underset{\displaystyle CAz}{\underset{|}{C}} = C(OC^2H^5) - CH^2 - CO^2C^2H^5,$$

correspondant à l'isomère énolique

$$CO^2C^2H^5 - \underset{\displaystyle CAz}{\underset{|}{C}} = COH - CH^2 - CO^2C^2H^5,$$

de l'acétonedicarbonate d'éthyle monocyané.

» Les recherches que j'ai poursuivies depuis cette époque m'ont permis de trancher la question et de vérifier que c'est bien la forme énolique qu'il faut admettre pour les substitutions alcoylées préparées à partir du dérivé argentique. C'est là un fait qui avait déjà été démontré exact par M. Haller à propos des éthers β-alcoyloxy-α-cyanocrotoniques (¹), puis par MM. Haller et Blanc pour les éthers β-phényl et β-benzyl-α-alcoyloxy-α-cyanacryliques (²).

» Opérant comme ces auteurs, j'ai soumis le dérivé éthylique de l'acétonedicarbonate d'éthyle monocyané à l'action de l'ammoniaque aqueuse : j'ai obtenu un précipité blanc cristallin d'un dérivé aminé, fondant à 195°, et répondant à la formule $C^8H^{11}O^3Az^3$. Il se forme en vertu de la réaction

$$CO^2C^2H^5 - \underset{\displaystyle CAz}{\underset{|}{C}} = C(OC^2H^5) - CH^2 - CO^2C^2H^5 + AzH^3$$
$$= COAzH^2 - \underset{\displaystyle CAz}{\underset{|}{C}} = \underset{\displaystyle AzH^2}{\underset{|}{C}} - CH^2 - CO^2C^2H^5 + C^2H^6O.$$

» C'est le *cyano₂ amino₃ pentène₂ amido₁ oate d'éthyle₅*.

» Si la réaction de l'ammoniaque aqueuse est bien celle que nous venons d'indiquer, on doit obtenir le même composé aminé en partant de substitutions alcoylées autres que l'éthylique. C'est bien ce que mes recherches m'ont permis d'établir :

» *Substitution méthylique.* — En faisant réagir l'iodure de méthyle sur le dérivé argentique de l'acétonedicarbonate d'éthyle monocyané en suspension dans l'éther, on obtient le composé

$$CO^2C^2H^5 - \underset{\displaystyle CAz}{\underset{|}{C}} = C(OCH^3) - CH^2 - CO^2C^2H^5$$

(¹) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1221.
(²) A. Haller et G. Blanc, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1591.

qui cristallise de sa solution éthérée en beaux cristaux transparents, très peu solubles dans l'eau, très solubles dans le chloroforme, et fondant à 70°.

» Soumis à l'action de l'ammoniaque, dans les mêmes conditions que le produit éthylé, ce corps donne naissance à un composé aminé fondant à 195°, qui a été identique à celui décrit plus haut.

» *Substitution propylique.* — En remplaçant dans la préparation ci-dessus l'iodure de méthyle par l'iodure de propyle, on obtient le dérivé propylique

$$\underset{\displaystyle \overset{|}{\mathrm{CAz}}}{\mathrm{CO^2C^2H^5 - C}} = \mathrm{C(OC^3H^7) - CH^2 - CO^2C^2H^5}$$

qui se présente sous la forme d'aiguilles transparentes fusibles à 20°. Ces cristaux, solubles comme les précédents dans l'éther et le chloroforme, donnent par l'action de l'ammoniaque le dérivé aminé fondant à 195°.

» *Action du chlorure de cyanogène sur l'acétonedicarbonate de méthyle.* — J'ai pu préparer, par l'action du chlorure de cyanogène sur l'acétonedicarbonate de méthyle monosodé, un dérivé monocyané, comme je l'avais fait à partir de l'acétonedicarbonate d'éthyle. Le mode opératoire est celui qui a déjà été décrit (¹). On obtient ainsi l'*acétonedicarbonate de méthyle monocyané* (cyano$_2$ pentanone$_3$ dioate de méthyle) fondant à 64° :

$$\mathrm{CO^2CH^3 - \underset{\displaystyle \overset{|}{CAz}}{CH} - CO - CH^2 - CO^2CH^3}.$$

» Le dérivé cuivrique est soluble dans l'alcool et le chloroforme, d'où il cristallise en petits cristaux verts qui fondent à 145° en se décomposant.

» Le dérivé argentique est blanc et doit être recueilli et séché dans l'obscurité, car il noircit rapidement à la lumière. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure de butyryle sur le sodacétylacétate de méthyle.* Note de MM. L. **Bouveault** et A. **Bongert**, présentée par M. A. Haller.

« L'un de nous a fait voir, il y a peu de temps (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 45), que l'on peut, à l'aide de l'acétylacétate d'éthyle et du chlorure d'un acide gras R — COCl, préparer les acétones R — CO — CH³, les éthers β-cétoniques R — CO — CH² — CO²C²H⁵ et les β-dicétones R — CO — CH² — CO — CH³ correspondantes. Ces diverses synthèses se font par l'intermédiaire du *C- acidylacétate d'éthyle*

$$\mathrm{CH^3 - CO - \underset{\displaystyle \overset{|}{\underset{\displaystyle \overset{|}{R}}{CO}}}{CH} - CO^2C^2H^5}$$

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1475.

qui se forme dans cette réaction plus ou moins mélangé de son isomère l'*O-acidylacétate d'éthyle* (¹)

$$\begin{array}{l} CH^3 - C = CH - CO^2C^2H^5 \\ \qquad\quad | \\ \qquad\quad O \\ \qquad\quad | \\ \qquad\quad CO - R. \end{array}$$

» *Ether acidylé du β-oxycrotonate d'éthyle.* — Les C- et O-acidylacétates constituent deux séries tout à fait différentes dont les propriétés chimiques n'ont été étudiées jusqu'ici qu'à certains points de vue spéciaux et qui ne sont d'ailleurs représentés dans la série grasse que par les C- et O-diacétylacétates. Nous nous sommes proposé de déterminer les propriétés caractéristiques et différentielles de ces deux nouvelles fonctions complexes et nous avons fait porter nos premières recherches sur deux matières premières que nous avions à notre disposition : l'acétylacétate de méthyle et le chlorure de butyryle.

» La réaction du chlorure de butyryle sur le sodacétylacétate de méthyle en suspension dans l'éther absolu se fait sans difficultés spéciales et avec un rendement de 60 à 70 pour 100. Le mélange des deux isomères passe entre 100 et 110 sous 10^{mm} et ne peut pas être séparé par la distillation.

» Dans son premier travail sur ce sujet, l'un de nous a opéré la séparation de ces deux éthers au moyen de l'eau de baryte; ce procédé a l'inconvénient d'exiger de trop grandes quantités de liquide; nous avons obtenu de meilleurs résultats en employant le carbonate de sodium en solution saturée qui dissout le *C-butyrylacétylacétate de méthyle* et laisse son isomère.

» Le *C-butyrylacétate de méthyle* a pu ainsi être obtenu à l'état de pureté parfaite; il constitue un liquide incolore, d'odeur faible, bouillant à 105° sous 14^{mm}, $d_0 = 1,0978$. Il colore en rouge le chlorure ferrique. Son sel de *cuivre* fond à 127°; il est en très petits cristaux bleus, très solubles dans l'alcool et le chloroforme, moins solubles dans l'éther ordinaire, insolubles dans l'éther de pétrole.

» Le sel de sodium constitue une poudre blanche, microcristalline, très soluble dans l'alcool et dans l'eau.

» Le produit insoluble dans le carbonate de sodium, même après quatre ou cinq épuisements, ne constitue pas l'O-butyrylacétylacétate de méthyle

---

(¹) Les préfixes C et O signifient que le radical acide est lié à un atome de carbone ou à un atome d'oxygène. — Voir CLAISEN, *Lieb. Ann.*, t. 277, p. 162; *Bull.* (3), t. 12, p. 133.

pur; il retient toujours une certaine quantité de son isomère qu'on ne peut lui enlever complètement que par un traitement aux alcalis caustiques.

» L'*O-butyrylacétylacétate de méthyle* est un liquide incolore, $d_0 = 1,065$ ébull. à 104°-105° (10^{mm}), ne se colorant pas au contact du perchlorure de fer et ne donnant aucun sel.

» Il semble se former dans cette réaction, mais en petite quantité, le *dibutyrylacétylacétate de méthyle*, sans doute

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\quad C^3H^7 \\ \qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\quad CO \\ \qquad\qquad\quad | \\ CH^3 - C = C - COOCH^3 ; \\ \qquad\quad | \\ \qquad\quad O \\ \qquad\quad | \\ \qquad\quad CO - C^3H^7 \end{array}$$

il constitue un liquide jaunâtre bouillant à 146° sous 10^{mm}; nous ne l'avons pas obtenu tout à fait pur.

HYDROLYSE DES DEUX ISOMÈRES.

» 1° *Action de l'eau.* — L'eau, à l'ébullition et même à 140°-150° en tube scellé, est sans action sur l'*O-butyrylacétylacétate de méthyle;* dans ces mêmes conditions, elle réagit au contraire d'une manière très nette sur le C-butyrylacétylacétate de méthyle, qui est décomposé suivant l'équation

$$\begin{array}{l} CH^3 - CO - CH - COOCH^3 + H^2O = CH^3 - CO - CH^2 - CO - C^3H^7 + CO^2 + CH^4O \\ \qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\quad CO - C^3H^7 \end{array}$$

» On obtient ainsi, avec un excellent rendement, la butyrylacétone, qui a déjà été préparée par Claisen et Ehrhard (*D. chem. Ges.*, t. XXII, p. 1015) dans l'action du sodium sur un mélange d'acétate d'éthyle et de méthylpropylcétone.

» 2° *Action des alcalis.* — Le C-butyrylacétylacétate de méthyle est soluble dans les alcalis, mais on ne peut le régénérer inaltéré de cette solution; il est toujours dans ce traitement partiellement hydrolysé, suivant l'équation

$$\begin{array}{l} CH^3 - CO - CH - COOCH^3 + H^2O = CH^3 - COOH + CH^2 - COOCH^3 \\ \qquad\qquad\quad | \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\quad CO - C^3H^7 \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad CO - C^3H^7. \end{array}$$

» *Le butyrylacétate de méthyle* qui prend naissance dans cette hydrolyse

est lui-même peu stable et se décompose partiellement, suivant l'équation

$$C^3H^7 - CO - CH^2 - COOCH^3 + H^2O$$
$$= C^3H^7 - CO - CH^3 + CO^2 + CH^4O.$$

» Nous avons cherché à obtenir le dédoublement en butyrylacétate de méthyle dans les meilleures conditions possibles.

» Nous avons employé dans ce but l'ammoniaque ou le méthylate de sodium. Ces deux modes de préparation donnent le butyrylacétate de méthyle pur; il constitue un liquide incolore, d'odeur de fruits, bouillant à 85° sous 14^{mm}, $d = 1,037$. Les alcalis le dissolvent en l'altérant. Le sel de cuivre fond à 128°.

» La potasse aqueuse n'agit que lentement à froid sur l'O-butyrylacétylacétate de méthyle, mais plus rapidement à chaud; elle fournit de l'acétate, du butyrate de potassium, et de l'alcool méthylique.

$$\begin{array}{l} CH^3 - \underset{\substack{|\\ O - CO - C^3H^7}}{C} = CH - COOCH^3 + 3H^2O \\ = 2CH^3 - CO^2H + C^3H^7 - CO^2H + CH^4O. \end{array}$$

» Le gaz ammoniac sec en solution éthérée dédouble très nettement l'O-butyrylacétylacétate de méthyle en butyramide, qui a été analysée et qui fond à 114°, et en acétylacétate de méthyle, qui a été caractérisé par son sel de cuivre

$$CH^3 - \underset{\substack{|\\ O\\ |\\ CO - C^3H^7.}}{C} = CH - COOCH^3 + NH^3 = CH^3 - \underset{\substack{+\\ NH^2 - CO - C^3H^7}}{CO} - CH^2 - COOCH^3$$

» Une très petite quantité de l'éther acétoacétique en présence d'un petit excès de gaz ammoniac a été transformée en β-aminocrotonate de méthyle fondant à 83°. La formation d'une amide au moyen d'un éther dans les conditions où nous avons opéré constitue un phénomène assez rarement observé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution du gallotannin.* Note de M. H. Pottevin, présentée par M. Duclaux.

« On considérait autrefois le gallotannin comme un glucoside de l'acide gallique, en se fondant sur le fait qu'il donne de l'acide gallique et du glucose lorsqu'il est hydrolysé sous l'influence des acides forts ou par les

mucédinées. Schiff ayant préparé synthétiquement un acide digallique $C^6H^2(OH)^3CO - O - (OH)^2CO^2HC^6H^2$ qui présente les caractères d'un tannin, et qui, traité par l'acide acétique, fournit un dérivé pentacétylé identique à celui que l'on peut obtenir en traitant de la même façon les gallotannins naturels, on en a conclu que ceux-ci étaient constitués par de l'acide digallique : cette conception, qui a prévalu dans la Science, laisse inexpliquée la présence du glucose parmi les produits d'hydrolyse.

» En utilisant, pour produire le dédoublement du gallotannin, la tannase dont l'action est facile à suivre parce que les corps auxquels elle donne naissance sont faciles à isoler, j'ai pu constater qu'il se comporte comme un véritable glucoside : d'autre part, l'action ménagée des acides étendus permet d'effectuer une hydrolyse partielle qui donne naissance à de l'acide digallique; ce corps que, dans ma première Note sur la tannase, j'avais considéré comme du tannin purifié est en réalité un produit de dédoublement du tannin naturel; celui-ci est constitué par un glucoside de l'acide digallique.

» I. En partant de la noix de galle ou de tannins purs *à l'éther* du commerce, appliquant un certain nombre de fois le procédé de purification de Pelouze, reprenant le produit par deux fois et demie son poids d'éther à 65°, qui ne le dissout pas tout entier, et répétant ces dissolutions fractionnées en prenant chaque fois la portion qui est passée dans l'éther, je suis toujours arrivé à un tannin d'une composition sensiblement constante, doué d'un fort pouvoir rotatoire droit voisin de $\alpha_D = +50°$.

» Le tannin ainsi obtenu, hydrolysé par la tannase, donne de l'acide gallique et un sucre; celui-ci a pu être caractérisé par son pouvoir rotatoire, par son osazone, par fermentation : c'est du glucose.

» II. Dans l'hydrolyse du tannin par la tannase on voit le pouvoir rotatoire diminuer proportionnellement à la quantité d'acide gallique produit.

» Des ballons contenant 24^{gr} de tannin dissous dans 500^{cc} d'eau additionnée de tanase, abandonnés à l'étuve à 37°, ont donné :

	Rotation du liquide au tube de $0^m,2$.	Acide gallique produit.
Au début	4°,8	0,0
Après 1 jour	3,7	8,2
» 2 »	2,9	13,3
» 6 » (la transformation est terminée)	0,7	21,8

III. Si l'on chauffe à 110° en tube scellé une solution de tannin à 6 pour 100, additionnée de 0,3 pour 100 d'acide chlorhydrique, le pouvoir rotatoire diminue dans des proportions notables avant qu'il se soit produit une quantité appréciable d'acide gallique; en arrêtant l'opération à son début, on peut isoler une substance présentant

tous les caractères de l'acide digallique : entièrement absorbable par la peau, dépourvue du pouvoir rotatoire, intégralement transformable en acide gallique par la tannase.

» 100gr du tannin qui a servi aux expériences précédentes donnent par hydrolyse 95,1 d'acide gallique et 13,5 de glucose; si l'on compare ces résultats à ceux qui ont été obtenus par Strecker, par Van Tieghem, par Tollens, etc., on constate des différences qui prouvent que ces différents observateurs n'ont pas eu en mains la même substance : il faut en conclure qu'il existe, non pas un tannin, mais des tannins caractérisés par des rapports variables du glucose à l'acide digallique, l'acide digallique de Schiff étant le terme le plus simple de la série, et les produits que l'on obtient par le procédé de Pelouze étant constitués par des mélanges en proportions variables de ces divers tannins.

» Comme conséquence de ce qui précède, la tannase, qui est capable de dédoubler l'acide digallique et certains éthers-sels des acides aromatiques, doit être active aussi vis-à-vis des glucosides : si l'on compare, au point de vue de leur activité diastasique, l'*Aspergillus niger* venu sur liquide Raulin normal et le même Champignon venu sur liquide Raulin à tannin, on voit que celui-ci possède très développées deux propriétés qui n'existent qu'à l'état rudimentaire chez l'autre à savoir : 1° la propriété de dédoubler les éthers-sels des acides organiques (glycérides gras, salicylate de phényle, etc.); 2° la propriété de dédoubler certains glucosides phénoliques, en particulier l'arbutine. Les propriétés de la tannase se résolvent donc en deux composantes qui la rapprochent, l'une du groupe des lipases, l'autre du groupe des émulsines. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Production d'acétylméthylcarbinol par le* Bacillus tartricus. Note de M. L. **Grimbert**, présentée par M. Duclaux.

« Le *Bacillus tartricus* que j'ai isolé en 1897 avec M. L. Ficquet [1] est un ferment actif des tartrates et des hydrates de carbone qui se différencie nettement par ses propriétés biologiques des espèces étudiées autrefois par Pastenr, Fitz, A. Gautier et Kœnig.

» C'est un petit bacille très mobile, se décolorant par la méthode de Gram, liquéfiant lentement la gélatine, ne donnant pas d'indol dans les solutions de peptone. Il coagule le lait vers le huitième jour, ne liquéfie pas l'empois d'amidon et ne digère pas l'albumine cuite.

---

(1) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, p. 962; novembre 1897.

» Il attaque énergiquement les tartrates de chaux et d'ammoniaque en donnant de l'acide acétique et de l'acide succinique avec dégagement de CO^2 et d'hydrogène.

» Il attaque également un grand nombre d'hydrates de carbone, notamment le glucose, le saccharose, le lactose, le maltose, la dextrine et la mannite; il est sans action sur la dulcite et l'inuline. Dans ces fermentations, outre les acides acétique et succinique, on recueille de l'acide lactique gauche et de l'alcool éthylique, et, de plus, un nouveau corps que je n'ai pas encore vu signaler parmi les produits microbiens et que j'ai pu identifier avec l'*acétylméthylcarbinol :* $CH^3 - CO - CHOH - CH^3$. Voici comment on peut le mettre en évidence.

» Une solution de glucose ou de saccharose à 5 pour 100, additionnée d'un millième de peptone et d'une petite quantité de carbonate de chaux, est ensemencée, après stérilisation, avec une culture pure de *B. tartricus* et mise à l'étuve à 37°. Quand la fermentation cesse de se manifester, vers le quinzième jour, on filtre. Le liquide filtré, qui a une réaction sensiblement neutre, est distillé. Une petite quantité d'alcool éthylique passe dans les premières portions de la distillation; le liquide aqueux que l'on recueille ensuite *réduit la liqueur cupropotassique à froid.*

» Chauffé au bain-marie bouillant avec de l'acétate de phénylhydrazine, il donne une osazone abondante, cristallisée, d'un jaune pâle. Cette osazone est insoluble dans l'eau et dans la plupart des dissolvants, à peine soluble dans l'alcool, plus soluble dans l'acide acétique cristallisable et dans le benzène. Elle fond à 243°. Sa composition élémentaire répond à la formule $C^{16}H^{18}Az^4$. L'ensemble de ses caractères permet de l'identifier avec l'osazone du biacétyle

$$CH^3 - C = Az - AzH.C^6H^5 - C = Az - AzH.C^6H^5 - CH^3.$$

» En effet, en oxydant cette osazone au moyen du bichromate de potasse en solution acétique étendue, d'après la méthode de von Pechmann [1], j'ai obtenu l'*osotétrazone* cristallisée correspondante :

$$\begin{array}{l} CH^3 - C = Az - Az - C^6H^5 \\ \qquad\quad | \qquad\qquad | \\ CH^3 - C = Az - Az - C^6H^5. \end{array}$$

[1] Von Pechmann, *D. chem. G.*, t. XXI, p. 2751.

Brute, elle fond vers 170°; après cristallisation dans l'alcool, elle se présente sous la forme de longues aiguilles rouge foncé, légères et feutrées, fondant à 151°, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et dans l'éther. Traitée à chaud par un excès de phénylhydrazine, l'osotétrazone régénère l'osazone primitive fondant à 243°.

» Mais deux corps peuvent fournir l'osazone en question :

1° le biacétyle $CH^3 - CO - CO - CH^3$;
2° l'acétylméthylcarbinol $CH^3 - CO - CH\,OH - CH^3$,

corps obtenu par von Pechmann (¹) dans la réduction du biacétyle en liqueur acide.

» Or le biacétyle ne réduit pas la liqueur de Fehling et s'altère très rapidement au contact des alcalis qui le transforment en *p-xyloquinone*.

» L'acétylméthylcarbinol, au contraire, réduit la liqueur cupropotassique, *même à froid*.

» C'est précisément la réaction que donne notre liquide distillé. De plus, chauffé avec un léger excès de soude au réfrigérant à reflux, pendant une demi-heure, il ne se colore que faiblement et fournit, à la distillation, une liqueur réduisant toujours le réactif cupropotassique et donnant avec la phénylhydrazine l'osazone du biacétyle.

» On peut en conclure que ce n'est pas le biacétyle qui a pu fournir l'osazone que nous avons recueillie, mais bien l'acétylméthylcarbinol.

» Ce dernier corps est entraîné par la vapeur d'eau, car on le rencontre en quantités à peu près égales dans les premières et dans les dernières parties de la distillation. Il ne se forme d'ailleurs qu'en proportions trop faibles pour pouvoir être isolé en nature.

» Les solutions à 5 pour 100 des sucres suivants ont donné, après fermentation, pour 100^{cc} de liquide distillé :

	Osazone.		Acétylméthylcarbinol.
	gr		gr
Glucose	0,274	soit	0,0904
Saccharose	0,207		0,0683
»	0,203		0,0669
Lactose	0,109		0,0359
Mannite	0,064		0,0211

(¹) Von Pechmann, *D. chem. G.*, t. XXIII, p. 2421.

» La dextrine, la glycérine et le tartrate de chaux n'ont pas donné d'osazone.

» J'ajouterai que j'ai recherché la présence de l'acétylméthylcarbinol dans les produits de la fermentation du glucose ensemencé avec d'autres espèces bactériennes telles que le B. Coli, le B. d'Eberth, le pneumobacille de Friedlænder, et que je n'ai obtenu que des résultats négatifs.

» Il serait intéressant d'étendre cette recherche à un grand nombre d'espèces microbiennes, pour voir si la production d'acétylméthylcarbinol est spéciale au seul *Bacillus tartricus*. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Les conditions du terrain et le diagnostic de la tuberculose.* Note de MM. **Albert Robin** et **Maurice Binet**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Des études portant sur 392 malades, avec plus de 1300 analyses, nous ont révélé un fait qui nous paraît avoir une très grande importance au point de vue du diagnostic et du traitement de la tuberculose, d'autant qu'il bouleverse complètement les idées courantes médicales et populaires au sujet de cette maladie.

» En effet, tout le monde admet qu'un phtisique respire moins qu'un homme sain, et que ses actes respiratoires et son hématose s'abaissent d'autant plus que l'étendue des poumons envahie est plus grande, et l'on s'est acharné à relever chez les poitrinaires tous les phénomènes d'oxydation.

» Or, nous avons trouvé que les échanges respiratoires sont beaucoup plus élevés chez les phtisiques que chez les individus sains, et cela assez constamment pour que, sur 163 phtisiques, nous n'ayons que 8 pour 100 d'exception. Ces échanges affectent le type suivant :

» 1° La ventilation pulmonaire croît de 110 pour 100 chez la femme et de 80,5 pour 100 chez l'homme ;

» 2° L'acide carbonique exhalé par kilogramme de poids et par minute s'accroît de 86 pour 100 chez la femme et de 64 pour 100 chez l'homme ;

» 3° L'oxygène total consommé par kilogramme-minute croît de 100,5 chez la femme et de 70 pour 100 chez l'homme ;

» 4° L'oxygène absorbé par les tissus croît de 162,8 pour 100 chez la femme et de 94,8 pour 100 chez l'homme.

» Cette suractivité des échanges respiratoires existe aussi dans les formes

aiguës de la maladie. Elle se manifeste à toutes les périodes de la forme chronique, aussi bien au début qu'aux périodes avancées, et persiste jusqu'aux derniers jours de la maladie. Elle subit des oscillations qui affectent un certain rapport avec les progrès ou l'amélioration de la tuberculose.

» Le mal de Pott, la *tuberculose osseuse*, la tuberculose du testicule, la pleurésie tuberculeuse, les adénites tuberculeuses présentent une suractivité analogue dans les échanges; mais celle-ci fait défaut dans la péritonite, la méningite tuberculeuse et le lupus.

» Si, dans les diverses maladies que l'on peut confondre avec la tuberculose pulmonaire, on en rencontre quelques-unes où les échanges respiratoires sont exagérés, cependant ceux-ci diffèrent toujours par quelque trait de ceux de la phtisie. Donc, si l'on hésite sur le diagnostic de la tuberculose pulmonaire, l'examen des échanges respiratoires résoudra la difficulté. Et, comme les caractères de ce chimisme sont significatifs dès le début de la tuberculose, on aura ainsi le moyen de réaliser son diagnostic précoce.

» L'exagération des échanges respiratoires n'est pas un acte de défense de l'organisme; ce n'est pas non plus une manifestation de l'attaque bacillaire, puisqu'elle existe avant l'invasion bacillaire chez les trois quarts environ des descendants de tuberculeux.

» Au contraire, dans les états antagonistes à la phtisie, comme l'arthritisme, les échanges respiratoires sont au-dessous de la normale chez l'homme sain. L'exagération de ces échanges constitue donc une des conditions du terrain de la tuberculose. L'autre condition est la déminéralisation organique, qui fera l'objet d'une Note ultérieure. Cette notion nous ramène à la conception hippocratique : « La phtisie est une consomption ». C'est la consomption produite par les échanges respiratoires et la déminéralisation qui prépare le terrain à l'invasion bacillaire.

» Aujourd'hui nous laisserons complètement de côté la question de la déminéralisation pour insister uniquement sur l'aide que l'examen des échanges respiratoires apporte au diagnostic du terrain.

« La prophylaxie de la tuberculose n'est pas tout entière dans les mesures privées et publiques prises contre l'agent de la contagion. Si l'on peut reconnaître à l'avance les sujets qui sont prédisposés, il ne suffit pas d'écarter le bacille de leur route; il faut les soumettre aussitôt à une hygiène et à une thérapeutique capables de modifier le trouble fonctionnel et nutritif qui est la condition nécessaire du développement du bacille. La

tuberculose pulmonaire ne sera réellement évitable que si l'on parvient à rendre l'organisme des prédisposés réfractaire au germe de la maladie. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Conduction lente du nerf et variation négative.* Note de M. Aug. Charpentier, présentée par M. d'Arsonval.

« Nous avons reconnu, dans le phénomène de la conduction lente d'une excitation unipolaire brève par un nerf, l'intervention d'une réaction électrique du nerf, réaction ayant une étroite parenté avec la variation négative, mais plus complexe que cette dernière. J'ai eu l'idée de rechercher si la méthode qui m'a servi à reconnaître ce phénomène ne pourrait pas me permettre de recueillir la réaction électrique proprement dite, indépendamment du fait de la conduction par le nerf.

» C'est en étudiant l'effet des décharges d'induction que j'ai été amené graduellement à donner à l'expérience la forme qui convient à la solution du problème précédent.

» En effet, après avoir employé tout d'abord les courants simples pour l'excitation du nerf, je cherchai à réduire au minimum les phénomènes parasites de fatigue et de polarisation, et je songeai dans ce but à utiliser ces courants non plus sous leur forme directe, mais sous forme de courants induits provoqués par leur passage dans une petite bobine de Ranvier. L'excitation unipolaire était alors réalisée en reliant le nerf à l'une des bornes du circuit secondaire, l'autre borne étant mise à la terre ainsi que le corps de la grenouille. Pratiquement, grâce à la courte durée du passage du courant (contact d'un frotteur étroit et d'un fil de platine de $\frac{1}{20}$ de millimètre de diamètre pendant $\frac{2}{10000}$ ou $\frac{3}{10000}$ de seconde environ), sa croissance et sa décroissance se succèdent immédiatement et donnent naissance à une onde induite dont les deux phases inverses se neutralisent sensiblement au point de vue électrolytique. Un point A du nerf sera excité par ce courant induit lorsqu'on fermera l'interrupteur. Un autre point B du nerf est en contact avec un fil métallique conducteur qui reste ordinairement isolé, sauf quand on le met en communication (pendant un temps très court) avec un autre conducteur également isolé, lequel aboutit à un point C du nerf témoin. Par une disposition spéciale du cylindre tournant qui porte le fil mince de platine destiné à assurer pendant un instant l'action inductrice, un second fil semblable (isolé) établit la communication métallique entre B et C *à un moment variable, mais très bref,* à partir de l'excitation. On peut donc faire retarder de 1, 2, 3, ..., *n* dix-millièmes de seconde sur cette dernière la communication de B avec C, et voir si à chaque moment il se produit au point C un phénomène électrique pouvant faire contracter la patte témoin. (On peut d'ailleurs, comme je l'ai indiqué, remplacer cette patte par un électromètre ou un galvanomètre approprié.)

» On observe avec ce dispositif à peu près les mêmes faits qu'avec le courant direct

instantané : réponse du nerf témoin avec un retard proportionnel à la longueur de nerf AB et à un coefficient sensiblement égal à la vitesse nerveuse; réponse généralement oscillatoire avec les mêmes caractères que précédemment.

» Ici, la conductrice électrique de l'excitation par le nerf intervient encore. Mais elle sera bien réduite si, au lieu d'employer la faradisation unipolaire, nous excitons bipolairement le nerf (par le même courant induit) avec deux électrodes aussi rapprochées que possible l'une de l'autre : le circuit d'excitation sera constitué presque uniquement par l'espace interpolaire, et la dérivation du courant par le nerf soulevé et par les tissus sera presque négligeable.

» Cette dérivation deviendra même pratiquement nulle si l'on excise le nerf et si l'on applique l'excitation faradique bipolaire à l'une des extrémités du fragment maintenu isolé. Or, dans ce cas aussi bien que dans le précédent, on constate une réaction motrice dans la patte témoin, avec les caractères physiques et physiologiques déjà connus et la même vitesse de propagation dans le nerf excité. Cette réaction est toutefois moins forte par rapport à l'excitation initiale que dans les cas où celle-ci est unipolaire.

» On est donc en droit de dire que dans la conduction lente par le nerf il s'ajoute une réaction électrique propre de ce nerf, sans doute par un phénomène spécial de résonance.

» En second lieu, le phénomène connu sous le nom de *variation négative* paraît être, sinon toujours la phase initiale (ce que je ne puis encore décider), au moins une phase de début de la réaction électrique du nerf,

» Enfin notre méthode, basée sur les propriétés des conducteurs unipolaires si bien étudiés par M. Chauveau, permet de recueillir cette réaction et, par suite, sa phase plus frappante de variation négative *sur le nerf en place et non lésé*.

» Il est facile, du reste, si l'on ne veut pas aller jusqu'à faire une analyse chronoscopique toujours délicate, de montrer l'ensemble de la réaction et d'obtenir une contraction de la patte témoin en établissant un fil métallique direct entre B et C et excitant A par un très bref courant induit, le corps de l'animal étant mis à la terre. Seulement alors aucune variation électrique ne sera appréciable, à cause de la succession rapide des phases inverses du phénomène. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur les opacités du corps vitré et la rigidité de ce milieu de l'œil.* Note de M. A. IMBERT, présentée par M. d'Arsonval.

« L'observation des mouvements dont sont animées, dans le champ visuel, les projections des opacités intraoculaires, lors des changements

d'orientation du globe, présente un double intérêt. D'une part, en effet, elle peut renseigner sur l'état de fluidité plus ou moins grand, et variable avec divers états pathologiques, du corps vitré dans lequel siègent ordinairement les opacités; d'autre part, elle se rattache à une question délicate de la mécanique des fluides, en ce sens qu'elle constitue un procédé fort simple pour constater, grâce à un phénomène physiologique que présentent beaucoup d'yeux normaux, l'existence d'un degré marqué de rigidité au sein d'un milieu de l'œil qui, il importe toutefois de le remarquer, a une consistance seulement semi-fluide.

» Il existe dans mon œil droit une opacité qui, lorsque le globe a été maintenu un certain temps immobile, se projette dans la partie inférieure et un peu interne du champ visuel, vers la limite de ce champ.

» Si j'imprime à mon œil droit un mouvement lent de rotation, la projection de l'opacité se déplace d'un même mouvement, en conservant, sensiblement au moins, sa position dans le champ visuel; mais lorsque le mouvement du globe a été rapide, cette projection se rapproche du niveau du point visé, atteint ce niveau, ou même le dépasse quand le mouvement du globe a été assez étendu.

» Si l'œil est alors maintenu immobile dans sa nouvelle position, la projection de l'opacité descend lentement dans le champ visuel et vient reprendre sa position initiale après un temps de trente secondes environ. Dans le cas, au contraire, où le globe est ramené à son orientation première aussitôt après que le déplacement de la projection de l'opacité a été constaté et, par suite, avant que celle-ci ait effectué le mouvement lent dont il vient d'être parlé, cette projection se retrouve sensiblement dans sa position initiale.

» Étant données la nature connue de ces opacités et celle des milieux de l'œil, on ne peut songer à rapporter à la pesanteur les déplacements relatifs que nous venons de décrire. Ces mêmes déplacements s'expliquent au contraire très clairement si on les rapporte à la rigidité de la substance du corps vitré, et l'on peut, en outre, préciser assez exactement leur situation dans ce milieu de l'œil. C'est ainsi que, pour mon œil droit, j'ai pu localiser l'opacité observée dans la région comprise entre les points nodaux, c'est-à-dire la face postérieure du cristallin, et le centre de rotation du globe.

» La rapidité du déplacement, dans le champ visuel, de la projection de l'opacité pendant un mouvement rapide du globe résulte naturellement, dans notre hypothèse, de ce que les couches du vitré en contact avec la coque oculaire ont seules été entraînées, l'opacité ayant sensiblement conservé sa position absolue. Le retour lent de cette même projection à sa position primitive dans le champ, lorsque le globe est maintenu dans sa

nouvelle orientation, est dû d'autre part à la rigidité du corps vitré, dont la masse, alors déformée intérieurement, réagit comme tout corps élastique, mais avec une lenteur caractéristique, pour replacer dans leurs positions réciproques primitives ses parties constituantes.

» Enfin, lorsque l'œil est ramené dans son orientation première aussitôt après le premier mouvement de rotation, le second mouvement détruit l'effet de déformation intense que le premier avait déterminé dans la masse du vitré, et la projection de l'opacité doit, à la fin de ce second mouvement, apparaître dans sa position primitive, conformément à ce que montre l'observation.

» Le degré de rigidité du corps vitré et, par suite, la grandeur des effets qui lui sont dus doivent d'ailleurs dépendre de la consistance de ce milieu de l'œil. Par suite, l'observation du phénomène dont il vient d'être question ne montre pas seulement l'existence, dans la masse du vitré, de déformations internes dont la considération peut être instructive en clinique ophtalmologique, mais elle constitue en outre, pour des malades capables d'en apprécier les diverses particularités, un moyen d'obtenir des renseignements sur les changements de consistance du corps vitré. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'histologie de la branchie et du tube digestif, chez les Ascidies.* Note de M. **P. Vignon**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« J'ai continué, chez quelques types d'Ascidies, rapportés du Laboratoire de Roscoff, mes recherches de cytologie comparée. Elles ont porté sur les cellules vibratiles et sur les cellules sécrétantes.

» Pour ce qui est des cellules vibratiles, j'ai pu fortifier mon opinion, tendante à retirer aux granulations basilaires la valeur d'un organe moteur : elles représentent simplement, d'une façon contingente, le mode le plus fréquent de l'insertion du cil sur le cytoplasma ; il s'en faut que ce mode soit le seul possible, ou que cette insertion soit toujours chromatiquement décelable. Ainsi, il serait abusif de vouloir considérer comme un complexe centrosomatique la plaque plan-convexe ou bi-convexe qui supporte les cils des cellules marginales de l'endostyle : c'est un ectoplasma à peine plus chromatique que le reste du cytoplasma. Sur la même coupe, au contraire, on trouve les cellules de la zone vibratile intermédiaire pourvues de granulations typiques. Les cils du tubercule vibratile, assez chromatiques, s'im-

plantent sur la cellule par une base étalée, à peine plus colorable que le cil. Sur les trémas de la branchie, les cils sont disposés en rangées parallèles : ces rangées sont marquées par autant de soulèvements pelliculaires linéaires, chromatiques ainsi que la base du cil, et tout à fait comparables aux bourrelets basilaires des membranelles, chez les Infusoires. Il n'y a rien là qui rappelle les centrosomes. (J'ai, après Bütschli et Schuberg, décelé ces bourrelets chez quelques espèces d'Infusoires.) Ici, comme ailleurs, nous rencontrons divers types de bordures en brosse ciliées, pourvues de granulations tant supérieures qu'inférieures. Remarquant que les supérieures se colorent, tantôt comme les granulations inférieures, tantôt différemment, nous devrons être également éloignés, soit de les négliger arbitrairement par rapport aux granulations inférieures privilégiées, soit de les élever au rang de centrosomes dédoublés (Cf. Prenant). En réalité je me crois autorisé à n'accorder une grande importance théorique ni aux unes ni aux autres. Indiquons enfin plusieurs sortes de cellules, chez lesquelles les insertions ciliaires chromatiques paraissent faire vraiment défaut. Ce seront, chez *Anourella*, les cellules à cils très fins de l'aire œsophagienne et celles, très particulières, de la gouttière de l'œsophage; chez *Ciona*, les cellules de l'estomac, et bien des cellules branchiales, voisines du tubercule vibratile. Dans l'estomac d'*Anourella* au contraire, on trouve toutes sortes de cellules vibratiles, à un cil, à deux ou trois cils, ou à cils nombreux; toutes sont pourvues de belles granulations. Ces recherches ont été faites sur des cellules parfaitement fixées, souvent surcolorées, et, en tous cas, toujours pourvues, là où le ciment superficiel existe, de belles ponctuations noires, plus ou moins près de la surface, entre les cellules.

» J'aurai l'occasion de figurer quelques exemples d'endostyles et de montrer comment les cellules du fond de cet organe, normalement pourvues des cils géants bien connus, tandis qu'elles occupent une place considérable chez *Phallusia*, sont déjà presque détachées de la basale chez *Ciona* et à peu près toutes rejetées par-dessus les cellules glandulaires de la zone profonde; chez *Anourella*, en même temps qu'elles ne portent plus de cils, ainsi que l'a vu depuis longtemps M. de Lacaze-Duthiers, elles sont toutes supportées par lesdites cellules glandulaires. Dans l'endostyle, toutes les cellules glandulaires sont munies de noyaux à nucléole volumineux, ce qui n'est nullement le cas des cellules ciliées du même organe. Dans ces cellules glandulaires, je n'ai pas décelé de produits de sécrétion

figurés; mais, la plupart du temps, on voit le tissu sécrétant creusé de grosses vacuoles, contenant des globules sanguins non amiboïdes, en voie de dégénérescence.

» On connaît la théorie de la sécrétion par boules ou vésicules sarcodiques (théorie vésiculaire de la sécrétion); on sait que ses partisans semblent avoir décrit, en réalité, des cellules altérées soit par un traumatisme, soit par l'action des réactifs. En critiquant cette théorie, l'an dernier, j'ai eu soin de faire remarquer que mes critiques ne s'appliquaient pas aux cas où les cellules mérocrines se décapitent, pour expulser des produits de sécrétion figurés (Cf. HENRY). Effectivement, ce qui caractérise la théorie vésiculaire, c'est qu'elle fait expulser avec violence un cytoplasma exempt de toutes différenciations chromatiquement décelables. Les cellules hépatiques des Ascidies contiennent précisément, dans des vacuoles superposées entre le noyau et la surface, des concrétions très nettes; ce sont ces concrétions qui entraînent la chute de la portion superficielle de la cellule mûre, quand toute la cellule n'est pas énucléée d'un seul coup. La cellule mûre conserve, sous le noyau, un protoplasma clair, tout semé de ponctuations très chromatiques. Son noyau paraît à peine altéré; il est plus clair assez souvent. La cellule jeune porte assez longtemps une bordure en brosse et l'on y trouve des globules chromatiques; des globules analogues se voient encore plus tard, parfois, dans l'intérieur des concrétions. Je n'ai remarqué jusqu'ici aucun ergastoplasma. Il ne se produit pas de régénérations épithéliales dans le foie considérable d'*Anourella*. Nous possédons depuis 1874 une belle description du foie d'*Anourella*, due à M. de Lacaze-Duthiers, et faite d'après des dissections. M. de Lacaze-Duthiers n'ayant pas eu à sa disposition les réactifs très précis que nous possédons aujourd'hui, nous ne devons pas être surpris qu'il ait confondu les concrétions avec des noyaux, dont elles ont la grosseur, et les portions de cellules expulsées avec des cellules entières. Pour ce qui est de l'estomac et de l'intestin de *Ciona*, j'aurai à rectifier les descriptions histologiques, déjà anciennes, de Roule, et à montrer qu'il a pris pour des cellules calicinales superficielles ce qui n'est qu'une portion spéciale des cellules cylindriques du tube digestif. »

BOTANIQUE. — *De l'absorption des poisons métalliques très dilués par les cellules végétales*. Note de M. **H. Devaux**, présentée par M. Bonnier.

« A propos des intéressantes Communications faites récemment par M. Henri Coupin et par MM. Dehérain et Demoussy, je demande à l'Académie la permission de signaler le Travail que j'ai publié en 1896 sur l'empoisonnement des plantes aquatiques par des doses très minimes de plomb ([1]). Des plantes diverses (*Elodea, Lemna, Ceratophyllum*), placées dans une eau renouvelée provenant des conduites en plomb du laboratoire, ont été peu à peu empoisonnées par ce métal. J'ai dosé la proportion de plomb dissous et j'ai reconnu qu'elle était de 1 à 3 dix-millionièmes. C'est une proportion très analogue à celle qu'indique MM. Dehérain et Demoussy pour la toxicité du cuivre; très voisine aussi de celles qu'ont indiquées il y a longtemps Raulin (argent sur *Sterigmatocystis*) et Millardet (cuivre sur zoospores de Mildiou) et plus récemment Nœgeli et Cramer. Ces concordances d'origines variées prouvent que réellement des traces de certains métaux tels que le plomb, le cuivre, l'argent, le mercure sont toxiques pour les plantes même à un état de dilution absolument extraordinaire. Il est intéressant, à ce sujet, de remarquer que, pour de telles dilutions, la dissociation des sels en leurs *ions* doit être complète ou presque complète.

» Comment agissent donc ces sels vénéneux sur les cellules végétales? La réponse à cette question est importante, et j'ai été particulièrement surpris qu'aucun auteur n'ait, à ma connaissance, cherché à voir en particulier si la substance nocive ne serait pas fixée sur le protoplasma ou ailleurs. Ces métaux présentent tous certaines réactions colorées très sensibles et sans doute susceptibles d'être utilisées pour cette recherche. Dans mon Travail de 1896, j'ai donné quelques indications à ce sujet. J'ai montré, en particulier, que, dans un cas d'empoisonnement *très lent*, par une eau renouvelée contenant de 1 à 3 dix-millionièmes de plomb, certaines cellules noircissaient fortement par H^2S, tandis que d'autres restaient in-

---

([1]) M. Devaux, *Empoisonnement spontané des plantes aquatiques par les eaux du laboratoire de Botanique* (*Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 5e série, t. I; 1896).

colores. Les premières étaient des cellules âgées, elles condensaient le plomb dans leur protoplasma en mourant; les secondes étaient des cellules jeunes, celles en particulier des points végétatifs, elles résistaient au poison.

» Des faits analogues ont été présentés par d'autres plantes ou parties de plantes; ils concordent tous pour démontrer que les métaux, même très dilués, sont saisis par les parties de la cellule végétale, parois, protoplasma et noyau.

» Si l'on essaie de suivre les phases du phénomène d'absorption, on se trouve en présence de faits complexes, en rapport avec la nature de la plante et des parties de la cellule d'une part, avec la nature du métal et sa concentration d'autre part.

» Pour fixer les idées, considérons une solution diluée de cuivre à deux dix-millioniémes dans laquelle ont été placés des filaments de *Spirogyres* (j'ai expérimenté sur trois ou quatre espèces non déterminées). Au bout de moins d'une heure de séjour dans cette solution, on peut constater la présence du cuivre, à l'état de traces, dans certaines régions de la paroi, surtout dans l'anneau périphérique épais qui forme la limite extérieure des cloisons transverses les plus épaisses. L'accumulation du cuivre y est assez grande. On constate aussi que le noyau et son nucléole sont devenus plus visibles, et bientôt ils prennent (souvent mais pas toujours) un aspect très spécial : une grosse vacuole apparaît, et le noyau s'y montre rejeté de côté comme un croissant lenticulaire. Des traces de cuivre finissent aussi par se manifester dans certains noyaux, surtout dans le nucléole. Il en apparaît aussi dans le protoplasma, mais d'abord à l'un des bouts de la cellule seulement, au contact d'une paroi transverse. On trouve dans un même filament des cellules, isolées ou sériées, qui présentent de plus en plus nettement ces phénomènes, tandis que les cellules voisines ne présentent aucune trace de poison ailleurs que sur leur paroi.

» Les cellules qui accumulent ainsi le poison sont celles qui sont déjà gravement atteintes; le protoplasma perd sa turgescence, devient sombre et granuleux, moniliforme, même dans les tractus avoisinant le noyau, tandis que d'autres cellules voisines gardent un protoplasma clair et dépourvu de cuivre.

» Le poison dévoile ainsi, avec netteté, une inégalité de résistance entre les diverses cellules d'un même filament d'algue, ou de filaments voisins. Je n'ai que rarement observé avec le cuivre l'*action oligodynamique* si remarquable signalée par Nœgeli; il doit aussi exister ici des degrés d'excitabilité.

» J'ai aussi traité des coupes de plantes, tiges ou racines, et de jeunes racines entières par des solutions de cuivre et de plomb. Même à l'état très dilué, ces sujets fixaient les métaux à la fois sur les parois et sur le protoplasma des cellules des tissus mous. L'action est si sensible qu'elle peut servir à déceler des traces de cuivre extraordinairement faibles : ainsi des coupes de pétioles d'*Aralia Sieboldii* et de fines racines de *Mibora verna* placées dans une solution titrée à 1 dix-millionième, et

même à 0,6 cent-dix-millionième de cuivre [1] (compté comme métallique), prennent une coloration sensible par le ferrocyanure. Avec une solution à 2 dix-millionièmes agitée sans cesse, la teinte, sensible déjà après une ou deux minutes, est très notable après un quart d'heure. Pour la dilution à 0,6 cent-millionième, il a fallu faire écouler la solution au contact des sujets pendant plusieurs heures, et encore la coloration a été plus faible.

» Il n'en est pas moins extraordinaire de voir qu'on peut encore déceler le métal dans un liquide qui en contient moins de un milligramme par hectolitre.

» Ces expériences montrent aussi que, dans l'action d'un poison, il faut distinguer soigneusement l'influence de la dilution de celle de la quantité absolue de poison. Une seule goutte d'une solution de sulfate de cuivre à 1 trente-millième donne, après un quart d'heure de contact, une réaction plus marquée au ferrocyanure que 2^{lit} de solution courante à 2,5 cent-millionièmes en huit ou dix heures. La quantité de sulfate de cuivre mise à la disposition d'une coupe était cependant de $\frac{1}{2400}$ de milligramme seulement dans le premier cas, de $\frac{1}{80}$ de milligramme dans le second.

» *Conclusions.* — 1° Les plantes phanérogames ou cryptogames sont empoisonnées par des solutions de sels de plomb ou de cuivre diluées à quelques dix-millionièmes ou moins encore;

» 2° Le métal est à la fin fixé par toutes les parties de la cellule, membrane, protoplasma, noyau, et peut y être dévoilé par les réactifs;

» 3° Le métal est inégalement fixé par les diverses parties de la cellule; ce sont d'abord ou exclusivement la membrane, puis le noyau et le nucléole (*Spirogyra*), enfin le protoplasma;

» Il y a lieu de distinguer pour un poison, ou, d'une manière plus générale, pour l'absorption des substances, l'influence de la dilution et l'influence de la masse absolue.

» Mais, dans tous les cas, cette absorption est sensible, même pour des dilutions excessives, représentant parfois moins de 1 milligramme par hectolitre. »

---

(1) Ces solutions titrées étaient préparées avec de l'eau distillée dans des appareils en verre, et toutes les précautions de lavage absolu des récipients mis en expérience étaient soigneusement prises.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de l'obscurité sur le développement des fleurs*. Note de M. L. BEULAYGUE, présentée par M. Bonnier.

« Différents auteurs ont déjà étudié l'influence de l'obscurité sur le développement des fleurs. Sachs a montré, en 1863 et 1865, qu'une plante pourvue de réserves peut fleurir à l'obscurité, et qu'il en est de même pour certaines autres plantes, lorsqu'une partie suffisante de leur appareil végétatif reste exposée à la lumière. Il ajoute que, dans ces conditions, la couleur de la fleur n'est nullement modifiée par l'obscurité.

» Suivant les expériences d'Askenasy, en 1876, les fleurs qui se développent à l'obscurité ont une coloration plus pâle que celles qui se développent à la lumière, mais présentent la même forme et les mêmes dimensions.

» Enfin, M. Flahault, en 1878, confirme les résultats obtenus par Sachs, et pense que les fleurs développées à l'obscurité présentent une coloration aussi intense que celles qui viennent à la lumière.

» Je me suis proposé de reprendre cette question, et d'étudier en même temps l'influence comparée de la lumière et de l'obscurité sur le développement, la forme et la structure de la fleur.

» Mes expériences ont porté sur plus de trente plantes, appartenant à des familles très différentes, et ayant fleuri à Alger en décembre, janvier et février.

» J'ai procédé de la manière suivante : j'ai choisi sur chacune des plantes en expérience deux branches voisines, autant que possible comparables, possédant à leur extrémité un ou plusieurs boutons floraux très petits, et offrant extérieurement le même état de développement. J'ai laissé l'une des branches à la lumière, et j'ai introduit l'extrémité de l'autre dans une boîte en bois, munie d'un couvercle et peinte en noir intérieurement. Puis, j'ai observé les différentes phases de la floraison sur chacun des deux rameaux ainsi disposés.

» Voici les premiers résultats que j'ai obtenus, concernant le développement et la morphologie externe de ces fleurs, cueillies à l'âge adulte.

» 1° *Époque de la floraison.* — D'une façon à peu près générale, j'ai constaté que les boutons floraux placés à l'obscurité s'ouvraient plus tardivement que les boutons témoins. C'est ainsi que ce retard a été de 2 jours pour l'*Oxalis cernua*, 3 jours pour le *Solanum japonicum*, le *Teucrium fruticans* et le *Justicia acanthiflora*, 5 jours pour l'*Iris stylosa*, le *Pelargonium zonale* et l'*Héliotropium peruvianum*, 7 jours pour l'*Anthemis*, variété *comtesse de Chambord*, et 13 jours pour la *Rose thé*, variété

Anna Olivier. Par contre, la floraison de l'*Aloe arborescens* n'a pas subi de retard appréciable.

» 2° *Couleur*. — La couleur bleu violacé des fleurs de l'*Iris stylosa* a été très légèrement affaiblie par l'obscurité; la même couleur des fleurs du *Solanum japonicum* l'a été beaucoup plus; enfin, les fleurs violettes de l'*Heliotropium peruvianum* et bleu pâle du *Teucrium fruticans* sont restées complètement blanches à l'obscurité.

» La couleur jaune des fleurs de l'*Oxalis cernua*, des fleurs centrales de l'*Anthemis*, variété *comtesse de Chambord*, et du filet des étamines de l'*Aloe arborescens*, venues à l'obscurité, était un peu plus pâle que celle des fleurs témoins.

» Enfin la couleur rouge vif du *Pelargonium zonale* était devenue rose pâle, et les pétales rouge vif de l'*Aloe arborescens* étaient complètement blancs à l'obscurité.

» 3° *Forme*. — La forme des fleurs écloses à l'obscurité n'était pas sensiblement modifiée.

» 4° *Dimensions*. — *a*. *Fleurs*. — Les deux dimensions principales de la fleur, longueur et diamètre de la corolle, ainsi que les dimensions des différentes pièces, étaient, en général, plus petites dans les fleurs écloses à l'obscurité que dans celles développées à la lumière. On aura une idée de cette réduction par les chiffres suivants, relatifs aux dimensions des pétales :

Pétales.	Longueur.		Largeur moyenne.	
	Lumière.	Obscurité.	Lumière.	Obscurité.
Aloe arborescens	35 mm	34 mm	7 mm	6 mm
Anthemis, var. comt. de Chambord	23	19	6	4
Oxalis cernua	20	16	12	10
Pelargonium zonale	22	18	19	17
Solanum japonicum	14	9	6	5

» *b*. *Pédicelles floraux*. — Les pédicelles floraux se sont comportés différemment et ont présenté tantôt des dimensions plus petites, tantôt des dimensions plus grandes :

Pédicelles floraux.	Longueur.		Diamètre.	
	Lumière.	Obscurité.	Lumière.	Obscurité.
Aloe arborescens	25 mm	30 mm	2 mm	1,5 mm
Oxalis cernua	17	35	0,75	1
Pelargonium zonale	18	23	1,5	2
Solanum japonicum	11	9	0,75	0,5
Teucrium fruticans	5	4	0,75	0,5

» 5° *Poids et volume*. — Les variations dans les dimensions présentées par les fleurs écloses à l'obscurité n'étant pas, dans certains cas, de même sens que celles présentées par les pédicelles, j'ai été conduit à prendre le poids et le volume de ces différentes fleurs accompagnées de leurs pédicelles.

» En exceptant le *Pelargonium zonale* et l'*Oxalis cernua*, dont les pédicelles floraux ont, à l'obscurité, des dimensions plus grandes qu'à la lumière, le poids et le

volume des fleurs développées à l'obscurité sont constamment plus petits que le poids et le volume des fleurs témoins. Cette réduction est quelquefois voisine de 50 pour 100.

» *Conclusions.* — De cette série d'expériences ressortent les conclusions suivantes :

» 1° A l'obscurité, les fleurs éclosent, le plus souvent, plus tard qu'en pleine lumière ;

» 2° La couleur des fleurs subit, en général, à l'obscurité, une diminution d'intensité qui est très légère pour certaines fleurs, assez sensible pour d'autres, et qui, pour quelques-unes, peut aller jusqu'à la décoloration complète ;

» 3° Les fleurs développées à l'obscurité présentent, en général, des dimensions moindres que celles des fleurs développées à la lumière, mais, par contre, les pédicelles sont parfois plus développés ;

» 4° Le poids et le volume des fleurs développées à l'obscurité, y compris les pédicelles qui les supportent, sont toujours inférieurs au poids et au volume des mêmes organes développés à la lumière ; cependant, dans de rares cas, l'augmentation des dimensions des pédicelles floraux développés à l'obscurité peut influer suffisamment sur ce poids et ce volume pour les rendre supérieurs à ceux des fleurs normales. »

BOTANIQUE. — *Anatomie comparée des organes foliaires chez les Acacias.* Note de M. P. LEDOUX, présentée par M. Bonnier.

« On sait que certains Acacias présentent dans leurs feuilles les particularités suivantes :

» Les premières feuilles, après les cotylédons, ont des pétioles normaux creusés en gouttière, portant un certain nombre de paires de folioles d'un *vert clair, qui tombent de bonne heure.*

» A mesure que l'on considère des feuilles plus élevées, on constate que le pétiole s'aplatit progressivement, et que la région aplatie est de plus en plus étendue pour les feuilles de plus en plus élevées.

» Un second fait, corrélatif du premier, est la disparition progressive des folioles. Des pétioles déjà en partie aplatis en portent encore ; ceux qui naissent, soit sur les ramifications de la tige, soit au voisinage des extrémités florales en sont totalement dépourvus. Ces derniers constituent une lame aplatie, *vert foncé, persistant sur la tige d'une année à l'autre.* On se-

rait tenté de prendre cette lame pour un limbe ordinaire de feuille, si l'on n'avait suivi la série des transformations qui conduisent à cette forme.

» Le plan de ce pétiole aplati est toujours perpendiculaire au plan normal d'un limbe ordinaire, c'est-à-dire passe par la tige. Les deux bords de cette lame sont alors, l'un ventral, tourné du côté de la tige, l'autre dorsal. Si l'on examine la nervation en suivant le passage du pétiole normal au pétiole aplati, on voit que la nervure principale du premier se porte, dans la suite des modifications, vers le bord dorsal du pétiole et devient, le plus souvent, presque marginale.

» Je me propose d'étudier les particularités anatomiques de ces diverses formes de pétioles, ainsi que celles des folioles.

» Je décrirai, comme exemple, l'*Acacia melanoxylon*.

» Avant d'aborder l'étude particulière de chaque organe, je ferai remarquer que les pétioles, quelle que soit leur forme, présentent un certain nombre de caractères communs qu'il est nécessaire de faire connaître. Chaque faisceau est constitué par du bois interne et du liber externe adossé à un arc de sclérenchyme situé en face d'un massif de cellules aquifères recouvert par l'épiderme.

» Enfin, dans tous les pétioles on trouve, sur chaque face, deux ou trois assises de cellules en palissades interrompues seulement au niveau du tissu aquifère et *très riches en chlorophylle*.

» Cela posé, j'étudierai successivement les pétioles, puis les folioles. Parmi les pétioles, je distingue :

» 1° Pétioles de premier ordre, nés directement sur la tige ou sur ses ramifications. Dans cette catégorie j'étudie : (*a*) Pétioles en gouttière, non aplatis; (*b*) Pétioles aplatis, feuillés ou non;

» 2° Pétioles de deuxième ordre, nés sur ceux de premier ordre, jamais aplatis et portant les folioles.

» 1° (*a*) *Pétioles en gouttière, non aplatis.* — En suivant immédiatement à leur sortie de la tige l'origine des faisceaux de ces pétioles, j'ai constaté que les cinq faisceaux primaires du pétiole se disposent toujours de la même manière. Les trois plus importants sont du côté dorsal. Je les appellerai F, f_1, f'_1 (F étant le faisceau médian). C'est entre les deux autres faisceaux f_2, f'_2 situés du côté morphologiquement ventral qu'est creusée la gouttière.

» Comme il n'existe jamais ici de faisceau ventral impair, on peut dire que les faisceaux de ces pétioles en gouttière sont disposés en arc à concavité tournée du côté de la tige.

» (*b*) *Pétioles aplatis, feuillés ou non.* — Des coupes transversales de la partie basilaire d'un pétiole aplati montrent qu'au début les cinq faisceaux primaires sont

encore symétriquement placés de chaque côté de l'axe de symétrie qui, dans les coupes, passe par le faisceau dorsal. Par suite de l'aplatissement, la gouttière s'atténue pendant que les faisceaux se divisent. Les deux dernières ramifications, issues de f_2 et f'_2, se rapprochent et s'unissent pour constituer un faisceau marginal ventral. A partir de ce moment, le système fasciculaire est disposé sur une ellipse plus ou moins allongée. Alors, les deux lignes de faisceaux placés jusqu'ici deux à deux, face à face, se rapprochent l'une de l'autre, et les faisceaux se divisent et se placent de manière que ceux qui sont situés sur l'une des lignes alternent avec ceux de l'autre. Ces pétioles sont revêtus d'une *cuticule très épaisse* et pourvus de nombreux stomates.

» 2° *Pétioles de deuxième ordre, jamais aplatis.* — Ceux-ci présentent trois faisceaux dorsaux réunis en un seul massif, adossés à un groupe important de cellules aquifères, et deux faisceaux ventraux également contigus. Entre ces deux massifs, est une zone de plusieurs assises de cellules non sclérifiées; c'est au niveau de cette zone que sortent les faisceaux des folioles, lesquels ont leur origine sur le massif dorsal.

» *Folioles.* — Elles sont toutes très petites, ovales et presque sessiles. Celles de la base sont généralement plus petites que celles qui sont portées par les pétioles élargis situés plus haut. Néanmoins elles ont toutes même constitution, savoir :

» Une seule rangée de faisceaux orientés normalement;

» Une seule assise palissadique ventrale;

» Deux ou trois assises de tissu lacuneux;

» Jamais de sclérenchyme;

» Quelques cellules seulement de tissu aquifère adossées au faisceau médian;

» Une cuticule mince.

» Seulement, tandis que, chez les folioles des pétioles en gouttière, les palissades sont hautes et étroites, celles-ci sont, dans les folioles des pétioles élargis, généralement beaucoup plus basses et plus larges. De plus, chez ces dernières folioles, le nombre des faisceaux est toujours supérieur au nombre des faisceaux des folioles portées par les pétioles en gouttière.

» En résumé :

» Par leur forme aplatie, leur persistance, leur richesse en chlorophylle qui leur donne une couleur vert foncé, leurs nombreux stomates, les pétioles aplatis des Acacias jouent complètement, au point de vue physiologique, le rôle de feuilles normales; mais on sait qu'ils s'en distinguent en ce qu'ils sont dressés dans un plan passant par la tige, tandis que les folioles elles-mêmes sont dans un plan presque normal à la direction des rayons solaires dans les pays tropicaux.

» Ces pétioles aplatis présentent en outre, comme propriétés spéciales, *une cuticule épaisse, un sclérenchyme abondant, un tissu aquifère très développé*. Ces diverses dispositions ont pour effet : les premières, de s'opposer à une transpiration trop active; la dernière, d'emmagasiner dans la plante la plus grande quantité d'eau possible.

» Les pétioles élargis sont donc des organes de remplacement des feuilles, adaptés aux conditions du milieu ambiant. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les icebergs tabulaires des régions antarctiques.* Note de M. **Henryk Arctowski.**

» Les icebergs des régions arctiques ont généralement des formes très variées et sont le plus souvent de faibles dimensions. Pourtant, des hauteurs de 80^m ont été fréquemment mesurées, et il semble qu'ils peuvent atteindre des hauteurs de 110^m au-dessus du niveau de la mer (¹).

» La forme tabulaire a été rarement observée, quoique, non loin des glaciers dont dérivent les icebergs, ils se présentent sous cette forme toutes les fois que la pente du glacier est faible, et que les icebergs qui s'en détachent restent dans leur position d'équilibre primitive. Dans les régions antarctiques, ce cas, exceptionnel pour les contrées boréales, semble, au contraire, être la règle générale, car ce sont surtout de grands icebergs tabulaires qui y ont été signalés.

» Ces grandes tables de glace des mers australes atteignent des dimensions fort considérables. On a fréquemment rencontré de ces icebergs ayant plusieurs kilomètres de longueur et dont les hauteurs mesurées atteignaient 60^m au-dessus du niveau de la mer. On prétend même avoir rencontré de ces *îles de glace* ayant 500^m de hauteur, ce qui, évidemment, n'est qu'une grossière exagération. Pourtant, c'est une erreur qui s'est fort bien répandue, de même que les assertions absolument fautives du professeur Heim, qui admet que les icebergs antarctiques sont d'origine marine, que ce ne sont que d'immenses plaques de la banquise, formées par la congélation progressive des eaux de la mer (²).

» Dans la région où la *Belgica* a navigué, nous avons pu voir parfois jusqu'à cent dix icebergs en même temps sur tout le pourtour de l'horizon. Au plus 40 pour 100 avaient des formes tabulaires caractéristiques, tandis que la plupart ressemblaient aux icebergs arctiques, ou dérivaient de la forme tabulaire. Les grands icebergs étaient rares. Les icebergs atteignant 50^m de hauteur étaient exceptionnels. Les icebergs tabulaires n'ont eu le plus fréquemment que 30^m à 40^m de hauteur. Ces icebergs sont recouverts de champs de névé et ne montrent la glace aux rubans bleus et blancs alternant que dans le bas. Je n'ai pu examiner cette stratification de près que dans un seul cas. C'était un iceberg emprisonné dans la banquise. Il était chaviré, de sorte que les strates étaient inclinés. Les bandes bleues, de même que les bandes blanches,

(¹) E.-V. Drygalski, *Grönland-Expedition*, t. I, p. 381.

(²) A. Heim, *Gletscherkunde*, p. 270.

étaient composées de glace à grain glaciaire caractéristique. Les strates n'étaient pas nettement délimités les uns des autres et la seule différence entre la glace blanche et la glace bleue était due à une structure poreuse des bandes blanches, la glace blanche renfermant beaucoup plus de bulles d'air. Mais les deux étaient formés de glace compacte. La supposition que les icebergs tabulaires sont formés de glace de mer est donc absolument erronée. Du reste, le mode de formation de la glace de mer nous montre que son accroissement d'épaisseur tend vers une limite, que Weyprecht (1) pense être de 7^m au maximum, quelque basse que soit la température moyenne de l'hiver et quelque grand que soit le nombre d'années, et je pense que pour les régions antarctiques ce chiffre est encore trop élevé. Du reste, l'origine continentale des icebergs antarctiques n'est pas discutable, puisque le fond des océans antarctiques est couvert de sédiments terrigènes et de blocs erratiques qui y ont été déposés par la fusion progressive des icebergs. Les icebergs déposent au loin les matériaux qu'ils ont charriés dans les glaciers dont ils dérivent.

» La plupart des grands glaciers des terres antarctiques ont une pente suffisamment douce pour produire des icebergs tabulaires. Pourtant, il est probable que la plupart des tables de glace proviennent, non pas des glaciers encaissés, mais des grands épanchements de glace qui forment l'inlandjis des terres basses. Et, sans doute, les calottes glaciaires des terres étendues s'étendent au delà de ces terres sur le plateau continental. Or, nos sondages (2), de même que les sondages de Ross, ayant montré que le grand inlandjis continental ne s'étend pas au delà de l'isobathe de 400^m, ce doit être ce chiffre qui doit être considéré comme étant le maximum de l'épaisseur totale des icebergs, venant du pôle, dans toute l'étendue de l'océan Pacifique antarctique. Et, si $\frac{1}{8}$ de cette épaisseur émerge, c'est à 50^m qu'il faut limiter la hauteur des icebergs qui se détachent de la grande muraille de glace qui s'étend à l'est de la Terre Victoria jusqu'au 175e degré de longitude ouest, et qui se poursuit sans aucun doute vers l'est jusqu'aux terres situées au sud et à l'ouest de la Terre Alexandre, comme la dérive de la *Belgica* semble le démontrer. »

M. L. Izart adresse une Note relative à une nouvelle *roue à rail mobile*.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

(1) K. Weyprecht, *Die Metamorphosen des Polareises*, p. 139.

(2) H. Arctowski, *The bathymetrical relations of the antarctic regions* (*Geographical Journal*, July 1899).

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 février 1901.
(*Suite.*)

American Hydroids; part I. *The Pulmularidæ,* with thirty-four plates, by Charles Cleveland Nutting (Smithsonian Institution. U. S. national Museum. Special Bulletin). Washington, 1900; 1 vol. in-4°.

Bulletin of the U. S. national Museum, n° 47; *The Fishes of North and Middle America...,* by David Starr Jordan and Barton Warren Evermann, part IV. Washington, 1900; 1 vol. in-8°.

Revista do Museu Paulista, publicada por H. von Ihering, vol. IV. Saint-Paul, 1900; 1 vol. in-8°.

The Physical Review, a journal of experimental and theoretical Physics; vol. XII, numb. I, january 1901; Londres, 1 vol. in-8°.

Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College; vol. XXXVIII, Geological series, vol. V, n° 1. Cambridge, Mass., 1900; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 février 1901.

Physique biologique, Osmose, tonométrie, cryoscopie, par A. Dastre. Paris, Masson et Cie, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. d'Arsonval.)

Annuaire de la Société météorologique de France, publié sous la direction de M. Léon Teisserenc de Bort, 49e année, janvier 1901. Tours; 1 fasc. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France, 4e série, t. II, janvier 1901. Paris; 1 fasc. in-8°.

Ligue nationale contre l'Alcoolisme. Société française de Tempérance. Bulletin, publié par M. le Dr Emile Philibert, 3e série, t. VII, année 1901, n° 1. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Le opere di Galileo Galilei, edizione nazionale sotto gli auspicii di Sua Majesta il Re d'Italia, vol. X. Florence, typ. de G. Barbera, 1900; 1 vol. petit in-4°. (Envoi de M. le Ministre de l'Instruction publique d'Italie.)

Die Hundertjahrfeier der Königlichen technischen Hochschule zu Berlin

18-21 *October* 1899. Berlin, 1900; 1 vol. petit in-f°. (Hommage de la « Königliche technische Hochschule » à Berlin.)

Sur les ondes électromagnétiques d'un ion vibrant, par Auguste Righi. (Extrait des *Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles*, à Harlem.) S. l. n. d.

Ausgewählte Methoden der analytischen Chemie, von prof. Dr A. Classen; erster Band, unter Mitwirkung von H. Cloeren, mit 78 Abbildungen und einer Spectraltafel. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1901; 1 vol. in-8°. (Hommage des Éditeurs.)

Elektrizitäts-Actien-Gesellschaft vormals W. Lahmeyer und C°. Francfurt-am-Mein. Arrangé, décoré et imprimé par Schirmer et Mahlau, Francfort-sur-le-Mein, 1900; 1 vol. in-f°.

Report of the meteorological Service of Canada, by R.-F. Stupart, director, Toronto. *For the year ended december* 31, 1897. Ottawa, 1900; 1 fasc. in-4°.

Western Australia. Department of Lands and Surveys. Report by the Under-Secretary for Lands, for the year 1899. Perth, 1900; 1 fasc. in-4°.

The Astrophysical Journal, an international Review of Spectroscopy and astronomical Physics, vol. XIII, number 1, january 1901. Chicago; 1 fasc. in-8°.

Atti della Fondazione scientifica Cagnola della sua istituzione in poi; vol. XVII, anni 1898-1899. Milan, 1900; 1 vol. in-8°.

Reale Istituto Lombardo di Science e Lettere. Rendiconti, serie II, vol. XXXII. Milan, Ulrico Hœpli, 1899; 1 vol in-8°.

Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia; vol. X, parte prima. Rome, 1900; 1 vol. in-8°.

Memorie del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, Classe di Scienze matematiche e naturali; vol. XVIII-XIX della serie III, fasc. VII-X. Milan, Ulrico Hœpli, 1899-1900; 4 fasc. in-4°.

Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze. Bolletino delle pubblicazione Italiane ricevute per diritto di stampa; n° 1, gennaio 1901. Florence; 1 fasc. in-8°.

N° 11.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 18 mars 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 11.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,

Quai des Grands-Augustins, 55

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 12 (25 Mars 1901).

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 MARS 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Humbert* dans la Section de Géométrie, en remplacement de M. *Ch. Hermite*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Humbert** prend place parmi ses Confrères.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur les métaux égyptiens : Présence du platine parmi les caractères d'une inscription hiéroglyphique;* par M. **Berthelot**.

« J'ai eu occasion d'étudier dans ces derniers temps un étui métallique, couvert d'inscriptions hiéroglyphiques, confié à mon examen par M. Bene-

dite, Conservateur adjoint des antiquités égyptiennes au musée du Louvre. Cet objet a été trouvé à Thèbes. Il a été dédié par la reine Shapenapit, fille du roi Psamnetik Ier (VIIe siècle avant notre ère). Il est couvert d'inscriptions et de dessins en or sur l'une des faces, en argent sur l'autre.

» L'étude de cet objet soulève de nombreux problèmes, tant au point de vue de l'analyse chimique appliquée à l'archéologie, et des altérations produites par le temps, qu'à celui de la technique antique de ses constructeurs; spécialement en ce qui touche les procédés employés pour la fabrication des enduits et l'incrustation des dessins et caractères. Je les discute dans le Mémoire détaillé, qui va paraître dans les *Annales de Chimie et de Physique;* mais il me paraît intéressant d'en extraire un paragraphe relatif à la découverte du platine, constitutif de l'un des caractères hiéroglyphiques soumis à mes analyses.

» Il s'agit d'un métal particulier, à couleur d'argent, élément d'un caractère linéaire, détaché des Tableaux d'inscriptions hiéroglyphiques. Je l'avais pris d'abord pour de l'argent, à cause de sa couleur; mais ses propriétés chimiques sont bien différentes.

» C'est aussi un métal battu, de dimensions comparables aux autres filets et caractères, dimensions déterminées à l'aide du palmer et qui sont à peu près constantes pour chaque classe de ces caractères. Pour celui dont je parle en ce moment, elles étaient égales à 5^{mm} en longueur, $0^{mm},55$ en largeur, $0^{mm},23$ (après un premier traitement à l'eau régale) en épaisseur. Je crois devoir donner le détail des opérations auxquelles il a été soumis, afin de ne laisser aucun doute :

» Cette lamelle a été traitée d'abord par l'acide azotique bouillant, sans être aucunement attaquée, comme l'argent aurait dû l'être. Surpris, j'ajoutai à l'acide deux fois son volume d'acide chlorhydrique concentré, de façon à obtenir de l'eau régale, et je portai le tout à l'ébullition. Dans ces conditions, l'or pur et les alliages d'or et d'argent sont rapidement détruits. Une légère attaque se produisit en effet; mais la lamelle ne diminua guère, même en maintenant le tube au bain-marie à 100°, pendant près d'une heure, conditions où des objets de platine pur de même épaisseur seraient dissous, comme il est facile de le vérifier. L'eau régale a dissous, en effet, en petite quantité, du chlorure de platine jaune, dont le mélange avec une solution de chlorure de potassium fournit sous le microscope des grains rouges cristallins. Mais le métal avait résisté, à la façon de certains minerais de platine, riches en iridium et autres congénères.

» Après un nouveau traitement semblable, la lamelle de ce métal, d'une

résistance chimique exceptionnelle, fut chauffée au rouge vif pendant dix minutes sur la lampe d'émailleur, dans un petit creuset de porcelaine, avec addition d'azotate de potassium, lequel se décomposait avec vivacité. La lamelle fut très notablement attaquée. Cependant une grande partie résista encore, sans manifester aucune fusion, tout en reprenant un vif éclat argentin, qu'elle avait en partie perdu. Le mélange d'alcali et d'azotite, demeuré dans le creuset, avait pris une teinte verdâtre (iridium?).

» L'attaque avait été notable : car l'épaisseur de la lamelle, à la suite de ce traitement, s'est trouvée réduite à $0^{mm},06$. Ses bords étaient devenus irréguliers et comme déchiquetés. Après lavages à l'eau, nouvelle ébullition avec l'eau régale; nouvelle attaque, encore incomplète; le métal avait encore perdu son poli et se trouvait recouvert d'un enduit rugueux et gris jaunâtre. La dissolution chlorhydronitrique contenait du platine et un peu d'or (1). La portion du métal inattaqué a repris son éclat sous le pilon, dans un mortier d'agate; mais il en restait trop peu pour pousser plus loin.

» Si j'ai cru devoir donner le détail un peu minutieux de ces observations, c'est afin de bien préciser la résistance singulière aux réactifs d'une lamelle métallique, dont le poids initial ne dépassait pas 5^{mgr} à 6^{mgr}. Cette résistance surpasse non seulement celle de l'or, mais celle du platine pur. Elle accuse l'existence d'un alliage complexe, renfermant plusieurs des métaux de la mine de platine, sans préjudice d'un peu d'or d'ailleurs. Elle a été préparée, sans doute, avec un minerai natif d'alluvion, rare et exceptionnel, susceptible d'être rencontré en même temps que l'or natif, comme le savent les minéralogistes. Il aura peut-être été confondu avec l'argent par les anciens Égyptiens; car il a été réduit en feuilles régulières au marteau, comme ils avaient coutume de faire pour les pépites d'or qui l'accompagnaient. C'est ce que semblent prouver les dimensions et la régularité de la lamelle présente, dimensions et formes comparables à celles des autres lamelles d'or et d'argent de notre inscription.

» Il est douteux que les opérateurs aient mis à part et soumis à des traitements spéciaux un minerai dont ils n'auraient pas remarqué le caractère exceptionnel. S'ils en avaient rencontré fréquemment des échantillons, ils les auraient distingués, en raison de l'infusibilité et de l'inaltérabilité du métal, comparé à l'argent. Il y a là une énigme, qui sera éclaircie seulement le jour où des échantillons de ce genre, avec affec-

---

(1) Vérifié par la formation du pourpre de Cassius.

tation hiératique ou artistique spéciale, auront été rencontrés parmi les métaux égyptiens.

» Pour savoir si les dessins et inscriptions de l'étui en renfermaient plusieurs échantillons, il eût été nécessaire d'en traiter et d'en dissoudre une grande partie; ce qui aurait exigé le sacrifice d'un objet archéologique précieux. J'avais pensé un instant aux étoiles métalliques existant au sommet de l'objet (et qui figurent le ciel) : mais celle que j'ai détachée s'est trouvée simplement constituée par de l'argent.

» Je ne crois pas que le platine ait été observé jusqu'ici parmi les métaux provenant de l'Égypte, ni même de l'antiquité. On n'en a signalé d'ailleurs ni dans l'Afrique, ni dans l'Arabie : ses minerais un peu abondants appartiennent à de tout autres régions, à l'Oural et à la Sibérie notamment. Mais on l'a reconnu dans des alluvions aurifères et stannifères en Irlande, en Bretagne et dans le Rhin, en Laponie, en Transylvanie, etc. Il y en avait probablement des échantillons dans les alluvions de la Nubie, ou des régions supérieures des vallées du Nil et de ses affluents. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les relations électrochimiques des états allotropiques des métaux et de l'argent en particulier.* Note de **M. Berthelot.**

« L'étude des états allotropiques de l'argent, signalés dans mes dernières Communications à l'Académie ([1]), m'a conduit à examiner leurs relations électrochimiques. En raison de la nécessité de certains travaux, traduits par des dégagements de chaleur sensibles, pour passer d'un état à l'autre, la théorie indique la possibilité de développer entre eux un courant électrique. Pour m'en assurer, j'ai employé le procédé connu, qui consiste à former avec le métal, pris sous deux de ses états, des électrodes, immergés dans une solution d'azotate d'argent au dixième, à une température constante. La communication entre les électrodes était établie par des fils d'argent pur et un galvanomètre d'Arsonval très sensible.

» J'ai vérifié d'abord qu'en opposant l'un à l'autre : soit deux fils d'argent pur, soit un fil d'argent et de l'argent pur battu en feuilles minces, il ne se développe absolument aucun courant. Cela fait, j'ai opposé à l'argent en

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXII, 307; 1901.

feuilles (argent amorphe), en opérant chaque fois dans un vase distinct, les quatre états allotropiques du même métal définis par mes recherches : argent modifié par l'action de l'oxygène, vers 550° ; argent précipité par le cuivre, non chauffé ; le même chauffé ensuite ; argent cristallisé.

» J'ai observé dans tous les cas la production immédiate d'un courant; l'argent battu en feuilles, jouant le rôle positif vis-à-vis des autres variétés : ce qui est conforme au signe thermique des chaleurs de transformation, cet argent en feuilles étant celui qui possède la plus forte chaleur d'oxydation. Ainsi l'opposition de deux états différents du même métal donne naissance à une petite pile.

» Cependant le courant ainsi développé ne reste pas constant. Après une première impulsion assez énergique, la déviation baisse rapidement en moins d'une minute, jusqu'à une valeur presque fixe. Puis cette valeur diminue plus lentement, peu à peu et, au bout de quatre à cinq minntes, l'aiguille est retournée au zéro.

» Il en résulte que la surface des deux échantillons métalliques paraît être devenue identique, par suite de la précipitation sur l'un des électrodes d'une couche d'argent possédant un état identique avec celui de l'autre électrode; peut-être aussi par l'effet d'une transformation superficielle de l'un des électrodes, déterminée par l'action de l'électricité : l'un et l'autre de ces phénomènes ayant pour conséquence la disparition du courant.

» C'est ici le lieu de rappeler que le courant électrique, suivant les conditions de son action, détermine la précipitation d'un même métal sous des états différents.

» Par exemple à l'état cristallisé, ou tout au moins non adhérent à la surface d'un métal, identique ou différent, employé comme électrode.

» Ou bien à l'état amorphe, adhérent en couche continue et brillante; effet qu'on a surtout pour but de réaliser dans les opérations industrielles d'argenture, de dorure, de cuivrage, de plombage, d'étamage, de nickelure, de ferrure, etc.

» La rapide variation de potentiel, observée dans les essais précédents, laissait peu d'espoir d'arriver à une détermination exacte de la force électromotrice, développée entre les deux électrodes constitués par deux états différents de l'argent. J'ai cependant fait quelques essais pour la mesurer par la méthode connue d'opposition avec le dispositif de M. Bouty. Malgré la courte durée de chaque passage du courant dans ce procédé, je n'ai pas réussi à mesurer ainsi des valeurs précises.

» La difficulté, dans ces conditions, est augmentée par une circonstance spéciale qu'il est utile de signaler, à savoir le mélange inévitable de chaque état allotropique de l'argent avec de petites quantités d'argent amorphe. En effet, la modification de l'argent en feuilles, chauffé dans une atmosphère d'oxygène vers 550°, exige un temps considérable. Il est nécessaire, après chauffage, d'opérer un triage à la pince des feuilles d'argent non désagrégées; triage qui n'est jamais complet. De même, l'argent non adhérent, précipité par le cuivre, ou obtenu cristallisé par électrolyse proprement dite, est toujours mélangé avec quelque dose d'argent susceptible d'adhérence et possédant dès lors l'état amorphe.

» Lorsque l'on a opéré de façon à rendre ces doses aussi petites que possible, les mesures calorimétriques n'en sont affectées que dans une faible mesure. Mais il n'en est pas de même des forces électromotrices, influencées surtout, comme je l'ai dit plus haut, par l'état sous lequel l'argent redissous à un pôle se précipite à l'autre pôle. »

PHYSIQUE. — *Sur la radio-activité secondaire.*
Note de M. **Henri Becquerel.**

» Dès le début de mes recherches sur le rayonnement de l'uranium, j'avais observé qu'en plaçant sur une plaque photographique une parcelle d'un composé de ce métal, et en la couvrant d'une petite cloche de verre ou de métal, on obtenait une impression sensiblement uniforme correspondant à la projection de la surface de la cloche. Plus tard (¹), en étudiant le même phénomène produit par le rayonnement du radium, j'ai reconnu qu'il était le résultat d'un rayonnement secondaire provoqué par le rayonnement incident.

» Tous les corps recevant le rayonnement des corps radio-actifs émettent ainsi un rayonnement secondaire qui impressionne une plaque photographique à une petite distance des points frappés.

» Le rayonnement du radium et celui de l'uranium provoquent ce rayonnement secondaire avec une intensité relativement grande qui paraît en rapport avec l'intensité de leur radio-activité. Le polonium produit le même phénomène avec une intensité très faible si on la compare à celle du rayonnement direct qu'il émet.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 771; 27 mars 1899.

» L'émission des corps radio-actifs comprend plusieurs ordres de phénomènes parmi lesquels on distingue une émanation gazeuse et un rayonnement.

» L'émanation, qui provoque la radio-activité induite, est arrêté par le verre ou le mica. Nous ne nous occuperons ici que du rayonnement.

» Le rayonnement comprend : 1° une partie non déviable par un champ magnétique, et très absorbable; 2° une partie déviable par un aimant, dont la nature paraît identique à celle des rayons cathodiques et qui, dans un champ magnétique, se disperse en faisceaux animés de différentes vitesses de translation ; 3° une partie non déviable par un champ magnétique, et très pénétrante.

» On peut se proposer de rechercher si les trois espèces de rayonnement donnent des rayons secondaires, et si la nature de ceux-ci dépend de celle des rayons excitateurs. Les expériences que j'ai entreprises sur ces divers points ne m'ont pas encore donné la solution complète de ces questions; elles ont cependant permis d'établir un certain nombre de faits intéressants.

» 1. *Rayonnement non déviable et très absorbable.* — Cette partie du rayonnement du radium donne en peu de temps une impression photographique intense, au travers d'une lame mince d'aluminium couvrant la matière active, mais elle ne paraît provoquer qu'un rayonnement secondaire très faible; il est du reste difficile de séparer cette partie absorbable de la partie très pénétrante du rayonnement, autrement que par le temps de pose qui, pour la partie pénétrante, est très long. Le polonium, qui n'émet pas de rayons déviables, et dont le rayonnement direct intense est arrêté par une feuille de papier, provoque des rayons secondaires faibles; mais comme la pose doit être longue pour donner un effet appréciable, on ne peut encore faire la part des deux espèces de rayonnements non déviables.

» 2. *Rayonnement déviable.* — Le rayonnement déviable est dispersé par un champ magnétique en rayons de vitesses différentes. J'ai étudié en détail [1] ce phénomène et j'ai reconnu que les rayons inégalement déviables étaient inégalement pénétrants. Les rayons les plus déviés et les plus lents sont les plus absorbés. Les plus pénétrants sont ceux qui sont les moins déviés, et ont la plus grande vitesse; comme ils traversent les corps avec une faible absorption, ils ne produisent que de faibles actions chimiques ou physiques qui ne peuvent donner aucune indication sur leur intensité véritable; c'est ainsi que se comporteraient, par exemple. des

[1] *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 206 et 207.

rayons lumineux rouges intenses qui traverseraient, sans l'impressionner, une plaque photographique. Le produit $H\rho$ de l'intensité du champ par le rayon de courbure de chaque trajectoire peut servir à caractériser chaque espèce de rayonnement déviable. Les rayons dont le produit $H\rho$ est inférieur à 650 (C.G.S.) sont arrêtés par le papier. Au travers du papier noir l'impression maximum correspond à environ $H\rho = 1400$; elle diminue vers 2000 pour devenir faible à partir de 3900; à cette impression faible correspondent des rayons très pénétrants qui, pour $H\rho = 5000$, impressionnent au travers d'une épaisseur de verre de $1^{mm},5$ une seconde plaque photographique placée au-dessous de la première. Les rayons déviables dont le produit $H\rho$ est inférieur à 3000 n'impressionnent pas cette deuxième plaque.

» Les rayons déviables provoquent des rayons secondaires avec une intensité qui paraît d'autant plus grande qu'ils sont plus déviables et en même temps plus absorbés. J'avais déjà signalé ce fait. Les expériences suivantes en donnent une nouvelle démonstration.

» Dans le champ horizontal d'un aimant permanent, on dispose parallèlement aux lignes de force une petite cuve linéaire contenant du radium, puis, au-dessus, normalement au champ, une plaque photographique verticale enveloppée de papier noir. Du côté opposé à celui de la déviation, un écran métallique épais arrête les rayons déviables qui pourraient venir latéralement impressionner la plaque. Le rayonnement se compose alors d'un faisceau non dévié qui rase l'écran et atteint la plaque, puis d'un faisceau dévié. On reçoit le rayonnement sur une première lame de plomb de 1^{mm} environ d'épaisseur, courbée suivant une circonférence centrée sur la source et percée de trous; cette lame touche par sa tranche la plaque photographique enveloppée de papier noir. Derrière cette lame de plomb, à 1^{cm} environ, on en a disposé une seconde, plus mince et concentrique à la première. En développant l'épreuve après plusieurs jours de pose, on constate, d'une part, que les rayons non déviables donnent des impressions d'une rectilignité parfaite sous forme de traits qui peuvent être extrêmement fins et qu'ils excitent un rayonnement secondaire; d'autre part, que les rayons déviables excitent un rayonnement secondaire donnant des impressions d'autant plus intenses que les rayons excitateurs sont plus déviables. Cette expérience, disposée pour rechercher si les rayons secondaires étaient déviables, a montré seulement une impression diffuse autour des points frappés par le rayonnement direct; cependant l'émission secondaire provoquée sur la deuxième surface de la seconde lame de

plomb par les rayons qui ont traversé les trous de la première, paraît entraînée dans le même sens que les rayons incidents.

» Une autre expérience consiste à disposer dans un champ magnétique, parallèlement l'une au-dessus de l'autre, à quelques millimètres de distance deux plaques photographiques enveloppées de papier noir, et dont les gélatines sont tournées l'une vers l'autre. Sur le verre de la plaque supérieure on place la source radio-active, et sur la gélatine de la plaque inférieure, une petite bande de plomb. La partie pénétrante du rayonnement dévié traverse le verre de la plaque supérieure et vient exciter sur la bande de plomb des rayons secondaires qui impressionnent à distance la plaque supérieure. On aurait pu obtenir sur la plaque inférieure une impression due à des rayons secondaires déviables ramenés sur celle-ci, mais l'expérience n'a pas manifesté ce phénomène.

» *Rayonnement non déviable très pénétrant.* — Les rayons très pénétrants du radium ont été signalés pour la première fois avec leur caractère de non-déviabilité par M. Villard (¹). D'autre part, j'avais déjà (²) appelé l'attention sur la pénétration de certains rayons qui dans mes expériences impressionnaient une plaque photographique au travers du fond d'une petite cuve en plomb.

» En répétant ces expériences avec plusieurs plaques photographiques superposées, on observe que les rayons qui ont traversé le fond de la cuve de plomb traversent plusieurs lames de verre de $1^{mm},5$ d'épaisseur chacune, et qu'ils ne sont pas déviés par un champ magnétique.

» J'ai montré récemment (³) que ce rayonnement non déviable et très pénétrant, filtré par une épaisseur de métal (plomb, cuivre) de 1^{cm} environ, donne naissance à des phénomènes secondaires intenses. Non seulement il excite la première surface des corps qu'il rencontre, mais encore, si ceux-ci ne sont pas trop épais, il les traverse et excite sur la seconde face un rayonnement secondaire moins pénétrant et plus absorbable que le rayonnement incident. Ce rayonnement étant plus absorbable impressionne une plaque photographique avec une intensité relativement plus grande que le rayonnement direct, et s'il arrive, comme dans les expériences précitées, que le rayonnement incident soit assez peu affaibli au travers des corps pour exciter sur leur face inférieure un rayonnement qui donne une impression

---

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXX, p. 1010; avril 1900.
(²) *Comptes rendus,* t. CXXX, p. 374; février 1900.
(³) *Comptes rendus* t. CXXXII, p. 371; février 1901.

plus forte que les rayons directs, on observe ce phénomène inattendu que sous un écran métallique l'impression peut être plus intense que si cet écran n'existait pas. Dans ces diverses expériences les plaques photographiques enveloppées étaient protégées contre les vapeurs métalliques par des feuilles minces de mica. Si dans ces conditions on dispose sur une plaque photographique une lame prismatique de plomb recevant les rayons du radium filtrés par une épaisseur notable de métal, on constate facilement le décroissement progressif de l'intensité du rayonnement secondaire de la face inférieure, à mesure que l'épaisseur de la lame augmente.

» On peut étudier à la fois le rayonnement excité sur les deux faces de lames de verre, de métaux divers ou d'autres substances en plaçant celles-ci entre deux plaques photographiques dont les gélatines sont tournées vers l'intérieur, et en excitant ce système au travers du verre de l'une des plaques.

» Le rayonnement secondaire excité sur la face des lames exposée au rayonnement incident est plus fort que celui qui est excité sur l'autre face. Il résulte de ces expériences que le verre qui sert de support à la gélatine des plaques photographiques joue un rôle important dans les impressions obtenues. Ces phénomènes s'obtiennent avec le rayonnement du radium; l'uranium émet aussi des rayons très pénétrants. On sait d'autre part que, pour le polonium, le rayonnement intense de cette matière n'est pas déviable et est arrêté par une feuille de papier noir. En laissant l'action se prolonger pendant plusieurs jours, on constate que le polonium émet des rayons qui traversent une feuille de carton ainsi qu'une lame mince de mica et impressionnent une plaque photographique, mais ces rayons ne traversent pas une petite épaisseur de plomb.

» *Explication de quelques particularités que présentent les radiographies obtenues avec les corps radio-actifs.* — Lorsque des lames de verre, des métaux ou divers objets sont disposés près d'une plaque photographique et reçoivent le rayonnement d'un corps radio-actif, uranium ou radium, les contours des radiographies de ces objets offrent différents aspects : du côté exposé au rayonnement on observe un renforcement de l'action photographique, et de l'autre un minimum qui correspond à une ombre portée dans laquelle les autres objets sont protégés contre le rayonnement incident. Considérons d'abord les effets produits sur le côté exposé au rayonnement; si les lames reposent sur la plaque photographique, ou sont très près de celle-ci, et si le rayonnement les frappe presque normalement, les faces latérales donnent un effet secondaire intense, extérieur au contour des

lames; si le rayonnement est oblique et pénétrant, l'effet extérieur peut s'annuler et l'on observe à l'intérieur du contour une impression qui va en décroissant à partir du bord et se maintient ensuite constante sur toute l'étendue de la surface couverte par la lame considérée; s'il arrive que celle-ci soit distante de la plaque de quelques millimètres, le contour n'est pas la projection oblique de l'arête inférieure, mais il est limité par un maximum diffus dans le voisinage de la projection orthogonale des faces latérales sur la plaque.

» Le long des bords opposés, on observe une ombre portée limitée extérieurement à la projection conique des arêtes supérieures des lames, et s'arrêtant intérieurement à la projection orthogonale des arêtes inférieures. Parfois on observe de ce côté un renforcement intérieur qui apparaît en même temps que le renforcement extérieur de l'autre bord et dont il vient d'être parlé.

» Ces différentes particularités s'expliquent par les effets du rayonnement secondaire excité sur la face inférieure des lames; ce rayonnement s'affaiblit très vite à une petite distance des points excités, et impressionne surtout la plaque photographique dans le voisinage de la projection orthogonale de ces points. Du côté exposé au rayonnement, les parties de la face inférieure voisines du contour sont excitées par des rayons obliques qui ont traversé les faces latérales et qui sont d'autant moins affaiblis par l'épaisseur traversée, qu'ils passent plus près de l'arête inférieure; ces régions émettent donc un rayonnement secondaire qui va en décroissant à partir des arêtes inférieures. De l'autre côté, les limites de l'ombre s'expliquent simplement. Quant au renforcement extérieur variable avec l'obliquité du rayonnement incident, il se peut qu'il soit le résultat d'une sorte de réflexion diffuse particulière s'ajoutant au rayonnement secondaire.

» Ces divers phénomènes sont produits constamment avec les mêmes caractères par les rayons de l'uranium et du radium, sur les plaques protégées contre l'action des rayons lumineux.

» Dans d'autres expériences et en particulier dans l'épreuve unique que j'ai obtenue il y a cinq ans au travers de 2^{mm} d'aluminium, avec le rayonnement issu d'une préparation de sulfure de calcium phosphorescent, les apparences sont différentes; elles sont identiques à celles que donnent la réfraction et la réflexion totale de la lumière, de sorte qu'on est conduit à penser que dans cette expérience le phénomène observé était différent de celui que nous venons d'étudier et qu'il pourrait avoir été produit par des rayons lumineux ayant traversé un écran d'aluminium. »

CHIMIE GÉOLOGIQUE. — *Origine des eaux thermales sulfureuses. Sulfosilicates et oxysulfures dérivés des silicates naturels* ; par M. **Armand Gautier**.

« L'origine des eaux thermales, sulfureuses ou carbonatées alcalines, reste encore inexpliquée. Elles sortent des terrains profonds qui ne semblent pas en contenir les matériaux; alcalines, elles se forment au sein de roches acides; sulfureuses, elles ne trouvent pas de sulfures solubles dans les couches d'où elles émergent; presque exclusivement sodiques, elles sont originaires de roches particulièrement riches en potasse. Aussi les hypothèses émises pour expliquer leur formation sont-elles nombreuses; aucune n'est satisfaisante ni vérifiable.

» J'ai tenté, il y a longtemps, de recourir à l'expérience pour me rendre compte de l'origine de ces eaux, en essayant de les reproduire par voie de synthèse, particulièrement en faisant agir, à chaud, sur les feldspaths, ou sur les micas en poudre, de l'eau chargée d'hydrogène sulfuré ou d'acide carbonique. Il est certain qu'on peut obtenir ainsi des eaux sulfureuses, mais elles sont à la fois potassiques et sodiques, et ces tentatives laissent, d'ailleurs, inexpliquée l'origine de l'élément sulfureux.

» Ce n'est que dans ces derniers temps, en étudiant l'action de la chaleur sur les roches anciennes, que j'ai pu me rendre compte du mécanisme qui donne naissance aux eaux thermales sulfureuses.

» Lorsqu'on traite le granit en poudre par de l'eau froide, on obtient une solution très étendue de sels divers où domine le silicate de soude et le sulfate calcique. 1 kilogramme de poudre fine de granit de Vire ayant été méthodiquement épuisé par 7 litres d'eau distillée froide, on évapora la solution, qui paraissait neutre aux papiers sensibles; en la concentrant on constata que l'acide carbonique de l'air en séparait une certaine quantité de silice; la liqueur devenait très légèrement alcaline et contenait alors des traces de carbonate sodique. Après filtration pour enlever la silice, le résidu de l'évaporation pesa $0^{gr},9059$. On y trouva $0^{gr},160$ de Na^2O répondant à $0^{gr},300$ de silicate monosodique primitif, et $0^{gr},105$ de SO^3. Dans ce résidu salin, il fut possible de reconnaître la présence de la potasse, mais sa quantité était indosable, résultat d'autant plus intéressant que les feldspaths de ces granits sont essentiellement potassiques. L'eau avait dissous en même temps un peu de sulfate et de carbonate de chaux, une trace de magnésie et de fer (celui-ci en partie à l'état de carbonate ferreux que

l'électro-aimant enlève à la poudre de la roche), une très minime quantité de phosphates, pas de borates, une trace à peine de chlorures, pas de bromures ni d'iodures, enfin une très petite proportion d'une matière organique donnant quelques-unes des réactions de l'acide crénique. A aucun moment la liqueur d'épuisement ne décela de sulfures solubles.

» Pour m'en assurer entièrement, j'ai pris 1710^{gr} de poudre de granit bien pur, et je l'ai introduite dans un flacon de 2^{lit} préalablement rempli d'azote, flacon dont l'ouverture recevait le col rodé à l'émeri d'une cornue tubulée contenant 1^{lit},5 d'eau pure récemment bouillie. Après avoir fait le vide dans tout l'appareil et distillé une partie de l'eau de la cornue pour enlever toute trace d'air, sans ouvrir l'appareil et en relevant légèrement la cornue, j'ai fait couler l'eau sur la poudre de granit. Après quatre jours de contact avec agitation, l'eau de lavage fut filtrée à l'abri de l'air en l'aspirant dans un ballon B préalablement vidé d'air et relié à un système de barbotteurs à sulfate d'argent. On fit alors circuler lentement dans l'eau d'épuisement du granit un courant de CO^2, et par distillation dans le vide on fit passer dans la solution de sulfate d'argent $\frac{1}{10}$ de la liqueur. J'ai montré que dans ces conditions la totalité des sulfures solubles, s'il en existe, cède son soufre à l'argent (¹). Or, dans cette expérience, la plus minime quantité de sulfure d'argent ne s'étant pas formée (²), il s'ensuit que les sulfures alcalins et alcalino-terreux sont totalement absents du granit.

» Mais si, au lieu de reprendre le granit en poudre par l'eau froide, on le chauffe, à 250°-300° avec son poids d'eau en tubes de Bohême scellés, au préalable soigneusement vidés d'air, *on obtient une véritable eau sulfureuse artificielle*. Son alcalinité, son odeur de lessive et d'œufs cuits, la présence du sulfure de sodium, accompagné d'une très minime quantité de sulfure de potassium, de sels ammoniacaux (³), de phosphates, sulfates et silicates, d'un peu d'acide carbonique et de gaz azote permettent de l'identifier entièrement avec les eaux thermo-minérales sulfureuses naturelles.

» 1000 gr. de poudre de granit traité à chaud par leur poids d'eau ont

---

(¹) Voir ce Volume, p. 519.

(²) Si l'on distille à 100° l'eau de lavage du granit, la vapeur, reçue dans le sulfate d'argent, y produit un trouble brunâtre. Mais en séparant ce léger précipité, le lavant et le reprenant par l'acide nitrique, je me suis assuré qu'il ne contenait pas de soufre.

(³) Le granit de Fontana donnait 0^{gr},027 de AzH^3 par litre d'eau.

donné des eaux sulfureuses dont j'ai dosé, les éléments sulfureux, par la méthode décrite (p. 518). Voici les résultats par litre d'eau :

		I.	II.
		cc	cc
Extrait par le vide seul.	H^2S libre...	4, 3	9,4
	CO^2........	6,80	»
	Azote	2,30	»
Extrait dans le vide par un courant de CO^2.	H^2S total...	40, 3	84,6

» La petite quantité d'hydrogène sulfuré libre qui existe dans ces eaux provient d'un peu de CO^2 qui se produit simultanément et réagit sur le sulfure sodique. Lorsqu'on calcule d'après les nombres ci-dessus les quantités de Na^2S formées dans ces conditions, on trouve, par litre d'eau.

	I.	II.
Na^2S......	0gr,1076	0gr,210 (1)

» Les eaux thermosulfureuses, bien connues, suivantes contiennent :

Bagnères-de-Luchon..................	0,054 gr	Na^2S par litre
Barèges..........................	0,040	»
Labassère........................	0,050	»

» On trouve d'ailleurs dans ces eaux, comme dans les nôtres, un peu de sulfates et silicates de Na, K, Ca, des indices de fer, de sels ammoniacaux et de matière organique. Quoique plus concentrées, nos eaux sulfureuses artificielles leur sont donc de tout point comparables.

» Toutes les roches ignées traitées par l'eau à 250°-300° se comportent comme le granit.

» D'où proviennent les sulfures solubles de ces eaux? Nous avons vu qu'ils ne préexistaient pas dans la roche. Ils ne peuvent, d'autre part, avoir pour origine directe l'action de l'eau chaude sur des sulfures de fer, de zinc, d'aluminium, etc. Il est vrai qu'au rouge, ainsi que je l'ai établi, le sulfure de fer donne du gaz sulfhydrique et de l'oxyde magnétique; mais je me suis assuré que ce sulfure FeS, chauffé à 260°-280° avec de l'eau ne donne pas d'hydrogène sulfuré. Le sulfure de zinc n'existe pas dans ces roches. Quant aux sulfures de magnésium ou d'aluminium, s'ils y existaient

---

(1) *Nota bene :* A la page 523 de ce Volume où je donne une analyse d'eau sulfureuse ainsi obtenue artificiellement, il s'est glissé une erreur d'impression; il faut lire $Na^2S = 0^{gr},187$, au lieu de $0^{gr},0187$ par litre.

à l'état libre, ils seraient directement décomposés à froid par l'eau en donnant H^2S; or nous avons vu qu'elle n'extrayait pas trace d'hydrogène sulfuré, ni de sulfures solubles, de la poudre de granit. Il faut donc qu'il y ait dans ces granits, et probablement dans toutes les roches ignées dont j'ai pu extraire, au rouge, de l'hydrogène sulfuré, des substances décomposables par l'eau vers 250° en donnant des sulfures alcalins.

» J'ai montré (¹) que, lorsqu'on chauffe au rouge les poudres des roches ignées, il se dégage toujours un ensemble de gaz réducteurs où domine l'hydrogène mêlé d'oxyde de carbone, de gaz de marais, de traces de benzine, etc. et d'un peu d'ammoniaque, etc. Ces mêmes gaz se produisaient aussi lors de la solidification de ces roches et, s'ils ne se sont pas dégagés autrefois, c'est grâce à la pression énorme qu'ils supportaient alors et aux actions inverses que favorisait cette haute pression. Or, j'ai directement établi, en 1888, que, lorsque l'on fait agir au rouge les gaz réducteurs précédents, les hydrocarbures, et le charbon lui-même, en présence de l'hydrogène sulfuré ou du soufre, sur les feldspaths, kaolins, l'alumine, etc., on obtient une série de sulfosilicates et d'oxysulfures où le soufre remplace en partie l'oxygène (²). Tous ces sulfosilicates et oxysulfures, chauffés avec l'eau, donnent des sulfures solubles et de l'hydrogène sulfuré. Ce sont eux qui, persistant en petite proportion dans les roches ignées, sont l'origine des sulfures solubles des eaux thermominérales.

» L'expérience suivante montre qu'il est impossible que ces roches, et plus particulièrement le granit, soient portées au rouge sans que, sous l'action des gaz qui se produisent, une partie de l'oxygène des silicates soit remplacée par du soufre. Dans un tube de porcelaine, fermé à un bout et préalablement rempli de CO^2, j'ai placé, entre deux couches de 15^{cm} de granit finement pulvérisé, 20^{gr} environ de feldspath albite en poudre séparé du granit par deux légers tampons d'amiante. Un bouchon portant un tube plongeant dans le mercure fermait l'appareil. J'ai chauffé le tube au rouge vif dans mon four à moufle. Dans ces conditions, les gaz formés pouvaient réagir sur l'albite, comme ils ont pu réagir autrefois sur les feldspaths de la roche elle-même. Après deux heures de chauffe, on laissa refroidir à l'abri de l'air et l'on sépara la poudre d'albite comprise entre les deux tampons d'amiante. On constata qu'elle ne contenait pas de sulfures solubles; mais, lorsqu'on vint à la chauffer à 250° avec de l'eau, elle donna une solution légèrement alcaline et sulfureuse, qui dégageait très sensible-

(¹) Voir ce Volume, p. 58 et 189.
(²) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 911; 1888.

ment de l'hydrogène sulfuré dans le vide, surtout si l'on ajoutait un acide minéral pour décomposer les sulfosilicates formés. L'expérience répétée avec la même poudre d'albite chauffée sans granit donna des résultats négatifs.

» Il est donc certain qu'à température suffisante, les gaz qui se forment dans les roches ignées, en particulier les gaz carburés et sulfurés, en agissant sur les matériaux de ces roches substituent une petite quantité de soufre à l'oxygène des silicates, donnant ainsi des composés sulfurés, décomposables par l'eau chaude qui se charge alors de sulfures solubles. En fait, j'ai constaté la production de sulfosilicates décomposables par l'eau vers 200° à 300°, chaque fois que les silicates sont chauffés avec des matières pouvant donner du soufre au rouge dans un milieu réducteur.

» C'est surtout sous cette forme de sulfosilicates qu'existe ce soufre que l'on sait se dégager par les acides étendus des poudres des laitiers de haut fourneaux et des scories de fer. Les principes sulfureux de la haüyne, du lapis, de l'outremer ont cette même constitution. Toutes ces combinaisons siliceuses, naturelles ou artificielles, dégagent par l'eau surchauffée, ou par les acides, tout ou partie de leur soufre à l'état d'hydrogène sulfuré.

» Lorsqu'on fait agir au rouge un courant de chlore sec sur les sulfosilicates une partie de leur soufre passe à l'état de chlorure qui se volatilise. Je me suis assuré qu'au rouge les roches ignées en poudre cèdent toujours au chlore une petite quantité de soufre qu'on retrouve dans les parties qui distillent.

» J'ai préparé, en 1888, un certain nombre de ces sulfosilicates et oxysulfures. Je les obtenais soit en faisant passer, au rouge vif, du soufre en vapeur sur un mélange de silicates et de charbon, soit en remplaçant le soufre par un courant d'hydrogène sulfuré, qui à cette température constitue une source d'hydrogène et de soufre libre, soit en distillant à travers le tube contenant la substance à transformer un courant de sulfure de carbone [1]. Dans tous ces cas, avec les argiles et les feldspaths, il se fait du sulfure et de l'oxysulfure de silicium qui se volatilisent en partie en avant du tube, et des sulfosilicates très riches en soufre, souvent cristallisés, restant, mélangés ou non avec les matières inattaquées. On les sépare mécaniquement ; ou bien on les décompose par l'eau aidée des acides affaiblis, s'il s'agit seulement de déterminer leur teneur en soufre. Pour abréger,

---

[1] En collaboration avec M. L. Hallopeau. Voir aussi *Comptes rendus*, t. CVII, p. 911, notre premier travail à ce sujet, et la note de M. P. Didier, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1286.

et dans le but de constater leur riche sulfuration, je me borne à donner ici quelques-unes des analyses de ces substances.

	I. Sulfosilicate du feldspath adulaire (¹).	II. Sulfosilicate du kaolin purifié.	III. Produit obtenu avec le talc.	IV. Al^2O^3, Al^2S^3 obtenu avec l'alumine.
Aluminium	13,76	26,33	3,43	42,8
Silicium	13,79	14,73	1,02	»
Soufre	27,60	33,83	55,11	38,09
Sodium	18,98	—	—	—
Potassium	1,61	—	—	—
Magnésium	—	—	36,6	—
Oxygène (par diff.)	24,26	25,11	3,0	18,7

» Dans les produits I et II obtenus avec le feldspath et le kaolin le soufre paraît à la fois uni à la silice et aux métaux, particulièrement aux métaux alcalins; le produit III dérivé du talc correspond à du sulfure de magnésium mélangé d'un peu d'oxysulfure d'aluminium. Avec l'alumine, on obtient un oxysulfure d'aluminium, $Al^2O^2Al^2S^3$.

» Tous ces corps traités par l'eau, surtout à chaud, ou à froid en présence des acides minéraux, dégagent la totalité de leur soufre à l'état d'hydrogène sulfuré. Les sulfosilicates dérivés des feldspaths donnent des sulfures alcalins lorsqu'on le chauffe avec de l'eau en tubes scellés.

» Le soufre qui, dans les roches ignées, a produit originairement la petite proportion de ces sulfosilicates dont les eaux sulfureuses tirent leur origine, provient des sulfures métalloïdiques et métalliques primitifs. En particulier, j'ai montré (²), que le sulfure de fer donne, au rouge, par la vapeur d'eau, de l'oxyde magnétique que l'on trouve partout inclus dans ces roches et de l'hydrogène sulfuré. Entre cet hydrogène sulfuré, les gaz réducteurs que forme à chaud la vapeur d'eau en agissant sur les silicates ferreux (³) et les sulfosilicates qui tendaient à se produire, il s'est autrefois établi, alors que la température et la pression étaient suffisantes, un état d'équilibre qui a laissé persister dans ces roches une petite proportion de sulfosilicates. La transformation partielle de l'albite, lorsqu'on la chauffe au sein des gaz qui se forment dans le granit qu'on porte au rouge, m'a permis de démontrer le mécanisme et la réalité de la formation de ces sulfures

(¹) Analyse de la partie attaquable par les acides étendus avec dégagement de H^2S. L'eau seule ne donnait que des traces de H^2S.

(²) Voir *Comptes rendus*, p. 190.

(³) *Ibid.*, p. 59.

et sulfosilicates. La petite quantité qu'il en reste dans les roches ignées suffit pour donner naissance aux sulfures solubles des eaux thermales sulfureuses naturelles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux dérivés de l'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque.* Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot**.

« Dans une très courte Note publiée dans le *Bulletin de la Société chimique* (1), nous avons signalé la préparation et les principales propriétés de l'acide nitrodiméthylamidobenzoylbenzoïque, nous proposant de compléter notre Travail.

» Un Mémoire paru récemment sur la même question, où l'auteur, M. Limprecht (2), reproduit une partie de nos recherches antérieures, nous oblige à communiquer les résultats acquis et à rectifier certaines données du savant allemand.

» *Nitration de l'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque.* — Elle peut s'effectuer en solution acétique ou en solution sulfurique. Les rendements étant meilleurs au sein de l'acide sulfurique, nous avons dissous à froid une molécule de l'acide organique dans dix fois son poids de SO^4H^2 concentré, et ajouté au liquide refroidi à 0° une molécule d'azotate de potasse mélangé de cinq fois son poids d'acide sulfurique concentré. On laisse ensuite la solution reprendre la température du laboratoire, puis on la verse sur de la glace pilée. Après avoir étendu d'eau, on recueille le précipité sur filtre, on essore, on lave et l'on dissout la masse dans le carbonate de soude, pour séparer une partie insoluble constituée en grande partie par de la paranitraniline diméthylée. La solution alcaline est ensuite sursaturée par de l'acide chlorhydrique, et le produit nitré qui se précipite est mis à cristalliser dans l'alcool.

» *L'acide nitrodiméthylamidobenzoylbenzoïque* :

$$C^6H^4 \begin{cases} CO\,C^6H^3 \begin{cases} Az(CH^3)^2 \\ AzO^2 \end{cases} \\ CO\,OH \end{cases} + H^2O$$

se présente sous la forme de petits prismes jaunes présentant de nom-

(1) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XV, p. 551; 1896.
(2) Limpricht, *Ann. Chem. de Liebig*, t. CCCVII, p. 307; 1899.

breuses facettes très brillantes et renfermant une molécule d'eau de cristallisation. Chauffé vers 100°, le produit perd son eau et ne fond plus qu'à 170°. Il est légèrement soluble dans l'eau bouillante, à laquelle il communique une saveur d'abord amère, puis excessivement sucrée, et forme avec les bases et les acides des sels bien cristallisés, ces derniers étant très facilement dissociables par l'eau. Les agents réducteurs, protochlorure d'étain, zinc ou limaille de fer et acide chlorhydrique, le réduisent facilement, mais les produits de réduction sont incristallisables.

» Chauffé à 250° avec vingt parties d'acide sulfurique concentré et un peu de sulfate de mercure, il fournit de l'acide phtalique, ce qui montre que le groupe nitré ne se trouve pas dans le reste phtalique, mais bien dans le radical phénylamidé.

» *Éther méthylique* $C^6H^4\begin{cases}CO\,C^6H^3\begin{cases}Az(CH^3)^2\\AzO^2\end{cases}\\COOCH^3\end{cases}$. — Cet éther s'obtient facilement et presque quantitativement lorsqu'on sature d'acide chlorhydrique gazeux et sec une solution de l'acide anhydre dans l'alcool méthylique absolu. Il se présente sous la forme de prismes jaunes, fondant à 140°, insolubles dans l'eau, peu solubles à froid dans l'alcool, la benzine, le toluène, le chloroforme, etc., facilement solubles à chaud dans ces mêmes liquides.

» M. Limpricht a également préparé cet éther en chauffant l'acide nitré avec de l'alcool méthylique acidulé d'un peu d'acide chlorhydrique. Il décrit le produit obtenu comme se présentant sous la forme de fines aiguilles jaunes fondant à 163°. Ce grand écart entre les points de fusion de nos éthers nous a fait penser que le produit obtenu par l'auteur allemand pourrait être un pseudo-éther (1), et nous avons essayé de le reproduire en répétant l'éthérification telle que l'avait faite M. Limpricht. Malgré les conditions les plus diverses dans lesquelles nous nous sommes placés, nous avons toujours obtenu le même éther fondant à 140°. L'existence de l'éther fondant à 163° nous semble donc douteuse, et nous sommes portés à croire que le produit décrit par le savant allemand n'est autre chose que de la paranitrodiméthylaniline, composé qui prend naissance en même temps que l'acide nitrodiméthylamidobenzoïque, ainsi que nous l'avons fait remarquer plus haut.

---

(1) A. Haller et A. Guyot, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXV, p. 49.

» Or cette nitrodiméthylaniline cristallise précisément dans l'alcool méthylique en fines aiguilles jaunes fondant à 163°.

» *Diméthylanilinephtaléine mononitrée* $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} C\left\langle\begin{array}{l} C^6H^4Az(CH^3)^2 \\ C^6H^3\left\langle\begin{array}{l} Az(CH^3)^2 \\ AzO^2 \end{array}\right. \end{array}\right. \\ \quad\rangle O \\ CO \end{array}\right.$. — Molécules égales de diméthylaniline et d'acide nitré, étendues dans quatre fois leur volume d'anhydride acétique, sont chauffées pendant quelques minutes au bain-marie. Le produit de la réaction est versé dans de l'acide chlorhydrique étendu et bouillant, puis alcalinisé par de l'ammoniaque. Le précipité jaune est mis à cristalliser dans un mélange de chloroforme et d'alcool, et l'on obtient des prismes orangés, très solubles à chaud dans le benzène et le chloroforme, mais peu solubles dans l'alcool et l'éther.

» La nitrodiméthylanilinephtaléine fond à 175° et forme avec les acides des sels facilement dissociables par l'eau.

» Réduite au sein de l'acide chlorhydrique, au moyen du protochlorure d'étain, la nitrodiméthylanilinephtaléine s'échauffe et donne, par refroidissement de la liqueur, un chlorostannate d'*amidodiméthylanilinephtaléine*. Ce sel, soumis à l'action de l'acide sulfhydrique pour précipiter l'étain, fournit, après filtration et alcalinisation de la liqueur, des flocons blancs qu'on enlève par le chloroforme, dans lequel ils sont très solubles. La solution chloroformique est séchée, filtrée, concentrée jusqu'à commencement de cristallisation, puis étendue d'alcool. On obtient ainsi une abondante cristallisation d'aiguilles blanches fondant à 179° et se colorant légèrement à l'air.

» Chauffée pendant quelques instants avec deux à trois fois son poids d'anhydride acétique, cette phtaléine fournit un dérivé acétylé qui cristallise dans un mélange d'alcool et de chloroforme en prismes incolores fondant à 157°, inaltérables à l'air et constitués par l'*acétylamidodiméthylanilinephtaléine*.

» Nous avons obtenu un isomère de ce composé, en condensant l'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque avec la métaamidodiméthylaniline acétylée en présence d'anhydride acétique. D'après son mode de formation, cette nouvelle phtaléine ne peut avoir que la formule de constitution que nous lui assignons ci-dessous :

$$C^6H^4\!\left\langle\begin{matrix} C \!\left\langle\begin{matrix} OH \\ C^6H^4Az(CH^3)^2 \end{matrix}\right. \\ \;\;\diamond\, O \\ CO \end{matrix}\right. + C^6H^4\!\left\langle\begin{matrix} Az(CH^3)^2 \\ AzHCOCH^3 \end{matrix}\right.$$

Acide diméthylamidobenzoylbenzoïque. Acétoamido-diméthylaniline. 1.3.

$$= H^2O + C^6H^4\!\left\langle\begin{matrix} C \!\left\langle\begin{matrix} C^6H^4Az(CH^3)^2 \\ C^6H^3\!\left\langle\begin{matrix} Az(CH^3)^2. \\ AzHCOCH^3 \end{matrix}\right. \end{matrix}\right. \\ \;\;\diamond\, O \\ CO \end{matrix}\right.$$

Acétométamidodiméthylaniline phtaléine.

» *Cette acétométamidodiméthylanilinephtaléine* cristallise en prismes incolores, fondant à 209° et beaucoup plus solubles dans l'alcool que le corps isomère.

» *Position du groupe nitré dans l'acide nitrodiméthylamidobenzoylbenzoïque.* — L'oxydation de cet acide au moyen de l'acide sulfurique fumant et du sulfate de mercure donnant de l'acide phtalique non nitré, il est démontré que le groupe nitro se trouve dans le radical diméthylamidé. L'acide nitrodiméthylamidobenzoylbenzoïque ne peut donc être représenté que par l'une des deux formules de constitution suivantes :

$$\text{(I)} \qquad C^6H^4\!\left\langle\begin{matrix} CO - C^6H^3\!\left\langle\begin{matrix} Az(CH^3)^2 \\ AzO^2 \end{matrix}\right. \\ \\ COOH \end{matrix}\right. ,$$

$$\text{(II)} \qquad C^6H^4\!\left\langle\begin{matrix} CO - C^6H^3\!\left\langle\begin{matrix} Az(CH^3)^2 \\ AzO^2 \end{matrix}\right. \\ \\ COOH \end{matrix}\right. .$$

» Mais la première formule est à écarter, car un acide qui posséderait cette constitution devrait donner par condensation avec la diméthylaniline, réduction et acétylation, une acétoamidodiméthylanilinephtaléine identique à la phtaléine obtenue par combinaison de l'acide diméthylamido-

benzoylbenzoïque avec l'amidodiméthylaniline acétylée. Or nous venons de voir que les deux produits ne sont pas identiques, mais seulement isomères; il en résulte que l'acide nitrodiméthylamidobenzoylbenzoïque doit être représenté par la seconde formule, c'est-à-dire qu'il renferme le groupe nitro en ortho vis-à-vis du groupe diméthylamidé. »

ARITHMÉTIQUE. — *Au sujet d'une précédente Communication.* Note de M. DE JONQUIÈRES.

« Dans l'une de mes dernières Communications [1], une proposition formulée (sous le n° II) par l'équation $(a^2-1)x^2-4y^2=\pm 1$ (où l'entier a est pair), devait être scindée en deux autres, selon le signe + ou — du second membre; car dans le premier cas $(+1)$ il n'y a pas de solution, tandis qu'il en existe dans le second (-1). *Numériquement,* ces conclusions sont manifestes *a priori,* vu l'extrême simplicité de l'exemple dont il s'agit. De même, dans l'ordre d'idées qui avait inspiré la Note, elles résultent immédiatement des indications fournies par la genèse, *purement algébrique,* de la période des réduites contiguës appartenant à la *forme*

$$|a^2-1,\ 0,\ -4|,$$

qu'il faut toutefois rectifier [2] ainsi qu'il suit :

$$\begin{array}{l}|\ a^2-1,\ 0,\ -4\,|-4,\ 2a-4,\ 4a-5\,|\,4a-5,\ 2a-1,\ -1\,|-1,\ 0,\ 4(a^2-1)\,|\\ |\,4(a^2-1),\ 0,\ -1\,|-1,\ 2a-1,\ 4a-5\,|\,4a-5,\ 2a-4,\ -4\,|-4,\ 0,\ a^2-1\ |\ \ldots\end{array}$$

» On y voit que la réduite caractéristique $|-1,\ 0,\ 4(a^2-1)|$ s'y présente au quatrième rang, tandis que son inverse $|+1,\ 0,\ -4(a^2-1)|$ n'y figure pas, et cela prouve, d'après le théor. 168 des *Disquisitiones,* que la forme précitée peut être représentée par -1, mais non par $+1$, etc. »

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXXVI, 21 mars 1898.

(2) La période se compose de huit réduites, et non de quatre, comme une faute de calcul m'avait induit à l'écrire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une formule de M. Fredholm.* Note de M. G. **Mittag-Leffler.**

« Dans les *Comptes rendus* du 15 mai 1899 j'ai énoncé le théorème suivant (th. III) dont la démonstration détaillée a été insérée aux *Acta mathematica*, t. XXIV, p. 205-244 :

» Désignons par A une étoile de centre a, par α une quantité positive qui n'est pas plus grande que l'unité et par $A^{(\alpha)}$ une étoile concentrique à A et inscrite dans A, qui est engendrée par la fonction génératrice $f(u\,|\,\alpha)$. On pourra toujours choisir cette fonction de telle façon que α étant suffisamment petit, l'étoile $A^{(\alpha)}$ renferme dans son intérieur un domaine donné quelconque situé à l'intérieur de A, et que, pour $\alpha = 1$, l'étoile $A^{(1)}$ devienne le cercle concentrique à A et inscrit dans A.

» On pourra encore choisir $f(u\,|\,\alpha)$ de telle façon que A étant l'étoile principale d'une suite de constantes

$$F(a),\quad F^{(1)}(a),\quad \ldots,\quad F^{(n)}(a),\quad \ldots,$$

assujetties à la condition de Cauchy, la série

$$S_\alpha(x\,|\,a) = F(a) + \sum_{\nu=1}^{\infty} G_\nu(x-a),$$

où

$$G_\nu(x-a) = \frac{h_{\nu-1}^{(1)}}{\lfloor 1 \lfloor \nu-1} F^{(1)}(a)(x-a) + \frac{h_{\nu-2}^{(2)}}{\lfloor 2 \lfloor \nu-2} F^{(2)}(a)(x-a)^2 + \ldots$$
$$+ \frac{h_1^{(\nu-1)}}{\lfloor \nu-1 \lfloor 1} F^{(\nu-1)}(a)(x-a)^{\nu-1} + \frac{h_0^{(\nu)}}{\lfloor \nu \lfloor 0} F^{(\nu)}(a)(x-a)^\nu,$$

et où

$$h_{\nu-\mu}^{(\mu)} \qquad \begin{pmatrix} \mu = 1, 2, \ldots, \nu, \\ \nu = 1, 2, 3, \ldots, \infty \end{pmatrix}$$

sont des constantes positives déterminées dépendant uniquement de la fonction génératrice, possède une étoile de convergence identique à $A^{(\alpha)}$, que l'égalité

$$FA(x) = S_\alpha(x\,|\,a)$$

ait lieu partout à l'intérieur de $A^{(\alpha)}$, et que la série $S_\alpha(x\,|\,a)$ pour $\alpha = 1$ devienne la série de Taylor.

» L'expression limite $\lim_{\alpha=0} S_\alpha(x|a)$ a une étoile de convergence qui est identique à l'étoile A, et l'égalité

$$FA(x) = \lim S_\alpha(x|a)$$

a lieu partout à l'intérieur de A.

» J'ai étudié dans tous les détails ce qui arrive quand on choisit pour fonction génératrice

$$f(u|\alpha) = e^{\int_1^u \left(\frac{1+u}{1-u}\right)^{1-\alpha} \frac{du}{u}}.$$

La partie de l'étoile $A^{(\alpha)}$, dans ce cas, très simple, et l'on obtient encore des propriétés élégantes pour les polynomes $G_\nu(x-a)$. Mais ce choix présente cet inconvénient qu'on ne peut pas écrire les constantes $h_\mu^{(\nu)}$ sous une forme explicite suffisamment simple.

» M. Fredholm, au contraire, est parvenu à donner aux constantes $h_\mu^{(\nu)}$ la forme la plus simple en choisissant tout simplement pour $f(u|\alpha)$ la fonction logarithmique

$$f(u|\alpha) = \frac{\log[1-(1-\alpha)u]}{\log\alpha}.$$

Il obtient alors, en posant

$$H = -\log\alpha,$$

» La formule symbolique

$$S_\alpha(x|a) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(1-\alpha)^n}{\lfloor n} \frac{x-a}{H} \frac{d}{da}\left(\frac{x-a}{H}\frac{d}{da}+1\right)\cdots\left(\frac{x-a}{H}\frac{d}{da}+n-1\right)F(a),$$

qui peut s'écrire

$$S_\alpha(x|a) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(1-\alpha)^n}{\lfloor n}\left[E_{n-1}^{(n)} F^{(1)}(a)\frac{x-a}{H}+\dots + E_1^{(n)} F^{(n-1)}(a)\left(\frac{x-a}{H}\right)^{n-1} + F^{(n)}(a)\left(\frac{x-a}{H}\right)^n\right],$$

si l'on définit les constantes $E_{n-1}^{(n)} \dots E_1^{(n)}$ par l'égalité

$$\lambda(\lambda+1)(\lambda+2)\dots(\lambda+n-1) = \lambda^n + E_1^{(n)}\lambda^{(n-1)} + \dots + E_{n-1}^{(n)}\lambda.$$

» Il me paraît que l'expression de M. Fredholm

$$FA(x) = \lim_{\alpha=0} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(1-\alpha)^n}{\lfloor n} \left[E_{n-1}^{(n)} F^{(1)}(a) \frac{x-a}{H} + \ldots + E_1^{(n)} F^{(n-1)}(a) \left(\frac{x-a}{H}\right)^{n-1} + F^{(n)}(a) \left(\frac{x-a}{H}\right)^n \right],$$

à côté de l'expression

$$FA(x) = F(a) + \lim_{n=\infty} \sum_{\lambda_1=0}^{n^2} \sum_{\lambda_2=0}^{n^4} \cdots \sum_{\lambda_n=0}^{n^{2n}} \frac{1}{\lfloor \lambda_1 \lfloor \lambda_2 \lfloor \lambda_n} F^{(\lambda_1+\lambda_2+\ldots+\lambda_n)}(a) \left(\frac{x-a}{n}\right)^{\lambda_1+\lambda_2+\ldots+\lambda_n},$$

que j'avais donnée au début de mes recherches sont les deux expressions les plus simples, au point de vue formel, qui ont été données jusqu'ici pour la représentation analytique de la branche FA(x).

» Il est important d'observer que l'étoile A est toujours une étoile de convergence à l'expression de M. Fredholm, tandis que cette étoile, comme M. Borel vient de le constater le premier par un exemple fort remarquable, n'est pas dans tous les cas une étoile de convergence à mon expression

$$\lim_{n=\infty} \sum_{\lambda_1=0}^{n^2} \cdots \sum_{\lambda_n=0}^{n^{2n}} \frac{1}{\lfloor \lambda_1 \cdots \lfloor \lambda_n} F^{(\lambda_1+\ldots+\lambda_n)}(a) \left(\frac{x-a}{n}\right)^{\lambda_1+\ldots+\lambda_n}. \text{ »}$$

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de M. *Haller*, nommé Membre de l'Académie.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Paul Sabatier obtient	. . . . . .	40 suffrages
M. Cazeneuve	»	2 »
M. Guntz	»	2 »
M. Barbier	»	1 »
M. Genvresse	»	1 »

M. **Sabatier**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. *A. David*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 38,

M. Davidson	obtient.	28	suffrages
M. Oudemans	»	8	»
M. de Brazza	»	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Davidson**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Marcellin Langlois** adresse un second Mémoire sur les unités thermochimiques.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *Émile Borel*, intitulé « Leçons sur les séries divergentes ». (Présenté par M. É. Picard.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'expression générale de la fraction rationnelle approchée de* $(1+x)^m$. Note de M. **H. Padé**, présentée par M. Painlevé.

« M. Hermite a fait connaître depuis longtemps l'expression de la réduite générale de la fonction exponentielle, c'est-à-dire l'expression, pour cette fonction, de la fraction rationnelle approchée correspondant à un couple quelconque (μ, ν) de nombres entiers positifs ou nuls. Il n'y a pas d'autres cas où l'on ait obtenu cette réduite générale. Comme j'ai eu l'honneur de l'annoncer à l'Académie, dans une Communication antérieure (*Comptes rendus*, 27 novembre 1899), j'ai réussi à la former pour la fonc-

tion $(1+x)^m$. Je me propose, dans cette Note, de faire connaître l'expression que j'ai obtenue et quelques-unes de ses conséquences les plus immédiates.

» I. Lorsque l'un des éléments α, β, de la série hypergéométrique $F(\alpha, \beta, \gamma, x)$ est égal à un entier négatif, cette série se réduit à un polynome. Il n'y a aucun inconvénient à attribuer, dans ce polynome, à γ une valeur également entière et négative, pourvu que cette valeur soit numériquement plus grande que celle prise par α ou β. Je désignerai par $G(\alpha, \beta, \gamma, x)$ tout polynome ainsi formé. Ceci posé, on a ce théorème :

» *La fraction rationnelle approchée de* $(1+x)^m$, *pour le couple* (μ, ν), *a pour expression*

$$\frac{U_{\mu\nu}}{V_{\mu\nu}} = \frac{G[-\nu, -\mu-m, -(\mu+\nu), -x]}{G[-\mu, -\nu+m, -(\mu+\nu), -x]}.$$

» Parmi les démonstrations que j'ai trouvées de ce théorème, la suivante me paraît intéressante par sa simplicité.

» Dans la formule, déjà connue, de Gauss,

$$F(\alpha, \beta, \gamma, x)(1-x)^{\alpha+\beta-\gamma} = F(\gamma-\alpha, \gamma-\beta, \gamma, x),$$

faisons, ε désignant une quantité infiniment petite,

$$\alpha = -\mu, \qquad \beta = -(\nu+\varepsilon)+m, \qquad \gamma = -\mu-(\nu+\varepsilon),$$

et remplaçons x par $-x$; on obtient

$$\begin{aligned} &F[-\mu, -(\nu+\varepsilon)+m, -\mu-(\nu+\varepsilon), -x](1+x)^m \\ &\quad = F[-(\nu+\varepsilon), -\mu-m, -\mu-(\nu+\varepsilon), -x]. \end{aligned}$$

» La fonction F qui figure dans le premier membre est un polynome $F_\mu(x, \varepsilon)$, de degré μ, qui, lorsque ε tend vers zéro, tend vers

$$G[-\mu, -\nu+m, -(\mu+\nu), -x].$$

» Le second membre est une série illimitée où nous distinguerons trois parties : d'abord le polynome, de degré ν, $F_\nu(x, \varepsilon)$, formé par les $\nu+1$ premiers termes; ce polynome, quand ε tend vers zéro, a pour limite

$$G[-\nu, -\mu-m, -(\mu+\nu), -x].$$

» Ensuite, vient une somme $Q(x, \varepsilon)$ de termes, au nombre de μ, dont les coefficients renferment tous ε en facteur, et qui tendent, par suite, vers zéro avec ε. Enfin, il reste une série illimitée, uniformément conver-

gente, quel que soit ε, quand x a une valeur numériquement inférieure à l'unité, dont la somme $S(x, \varepsilon)$ tend nécessairement vers une limite quand ε tend vers zéro, et qui renferme $x^{\mu+\nu+1}$ en facteur. On a donc

$$F_\mu(x, \varepsilon)(1+x)^m = F_\nu(x, \varepsilon) + Q(x, \varepsilon) + S(x, \varepsilon),$$

d'où l'on conclut, en faisant tendre ε vers zéro,

$$(1+x)^m = \frac{U_{\mu\nu}}{V_{\mu\nu}} + A x^{\mu+\nu+1} + B x^{\mu+\nu+2} + \ldots,$$

ce qui établit la proposition.

» II. Cette formule comporte des conséquences étendues sur lesquelles je reviendrai dans une autre occasion. Je me contenterai ici de signaler les suivantes qui sont immédiates :

» 1° Lorsque m n'est pas entier, c'est-à-dire dès que $(1+x)^m$ n'est pas simplement rationnel, toutes les réduites sont normales. Il existe dans ce cas trois catégories de fractions continues holoïdes régulières; ce sont celles que j'ai fait connaître dans la Communication rappelée plus haut et dans celle qui l'a précédée (13 novembre 1899).

» 2° Si l'on remplace x par $\frac{x}{m}$, puis que l'on fasse croître m indéfiniment, on trouve la réduite de la fonction exponentielle. L'expression que l'on obtient coïncide avec celle donnée par M. Hermite.

» 3° De même, l'emploi de la formule élémentaire par laquelle on fait dériver la fonction $\log(1+x)$ du binome $(1+x)^m$ par un passage à la limite, conduit à la réduite de la fonction $\frac{1}{x}\log(1+x)$, pour le couple (μ, ν), où μ est toutefois supposé au plus égal à $(\nu+1)$. De la connaissance de cette réduite se tirent ensuite une partie des fractions continues holoïdes régulières de la fonction, et, en particulier, les cinq développements connus jusqu'ici et dus à Euler, Lagrange et Gauss.

» 4° Les termes de la réduite de $(1+x)^m$ sont des polynomes de Jacobi, et l'on en peut conclure des expressions diverses de cette réduite. C'est ainsi qu'elle peut être mise sous la forme élégante

$$\frac{u_{\mu\nu}}{v_{\mu\nu}} = \frac{\mu!}{\nu!}(1+x)^{2m} \frac{\dfrac{d^\nu}{dx^\nu}\dfrac{(1+x)^{-m+\nu}}{x^{\mu+1}}}{\dfrac{d^\mu}{dx^\mu}\dfrac{(1+x)^{m+\mu}}{x^{\nu+1}}}. \text{ »}$$

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les nodales de sable ou de poussière.* Note de M. C. Maltézos, présentée par M. A. Cornu.

« I. *Nodales au fond de la mer.* — Les baigneurs ont sans doute remarqué des séries de monticules de poussière ou de sable fin sur le fond de la mer d'une plage. Ces petits monticules se forment, d'après mes observations au golfe du Phalère (Attique), dans une mer dont le fond n'a ni pierres, ni algues, mais qui s'élève doucement et d'une façon régulière vers la plage. Pourtant j'en ai aussi observé dans une petite partie recouverte de sable fin et circonscrite par des pierres, ou encore dans une mer peu profonde parsemée çà et là de cailloux.

» Ces monticules se montrent depuis la plage jusqu'à une faible distance qui, dans quelques parties, peut s'élever à plus d'une trentaine de mètres, où la profondeur de l'eau peut être de quelques décimètres. En général ils sont sensiblement parallèles au bord de la plage et leurs distances sont égales et presque constantes. (Mais il y a aussi des exceptions quant à la forme et aux distances dues aux anomalies du fond et du bord de la mer. Ces anomalies sont quelquefois telles qu'il peut exister des séries de monticules se rencontrant ou encore deux systèmes de séries s'entre-coupant.)

» Ces monticules, ou plutôt les plus proches de la plage, s'effacent quand la mer est houleuse ou très agitée, et se forment quand il y a vague *sans déferlement* (1) *sensible*, pour se maintenir après dans la mer calme ou simplement ondulante.

» Ces monticules sont dus, comme je pense, à l'interférence des ondulations de l'eau qui vient avec celles réfléchies par le rivage; ce sont donc des lignes nodales.

» Sur une plage peu inclinée, la vague perd sa vitesse en venant mourir sur la plage; puis cette masse d'eau glisse, sans vitesse initiale, sous une faible épaisseur le long du plan incliné formé par la plage et rencontre le pied d'une nouvelle vague montante. Nous ne pouvons pas dire que cette espèce de mouvement provoque les nodales, parce qu'il n'y a pas deux mouvements vibratoires se rencontrant. Mais ces monticules sont dus à

(1) Les tourbillons qui accompagnent le déferlement contrarient la formation du phénomène.

l'interférence des mouvements vibratoires de l'eau accompagnant la vague principale. Les corpuscules qui se trouvent suspendus dans la mer s'accumulent aux nœuds et s'y précipitent. En effet, en observant la mer à l'entrée des bains du vieux Phalère, pendant qu'il y avait vague sans déferlement sensible, avant que les nodales de sable ou de poussière fussent encore formées, j'ai remarqué que l'eau se reportait en régions où la poussière était suspendue, lesquelles par conséquent étaient troublées, séparées par des régions beaucoup plus étroites, assez limpides. Après quelques jours, dans le calme qui a succédé, j'ai mesuré là une pente moyenne de $3^{\circ},5$, longueur d'onde $0^{m},06$.

» De même dans une baie voisine j'avais mesuré une pente moyenne du fond de vingt minutes, et distance des nodales de $3^{m},05$; en même temps il y avait une vague par seconde, avec vent faible N., la vitesse de la vague près du rivage étant de $0^{m},60$.

» Comme on voit, la distance de ces nodales augmente avec la profondeur moyenne de la mer près de la plage, c'est-à-dire avec la vitesse de propagation de l'onde. La hauteur de ces monticules augmente aussi avec la profondeur.

» II. *Nodales dans un vase.* — On peut produire un phénomène analogue par l'expérience suivante. Prenons un vase contenant de l'eau dans laquelle de la poussière se trouve suspendue. Si l'on donne une poussée énergique au vase, le mouvement de l'eau, après quelques ondulations, se fait suivant une direction donnée en s'éteignant peu à peu. Or, quand le mouvement devient assez faible, la poussière est précipitée suivant des séries presque équidistantes autour du centre, c'est-à-dire suivant des lignes nodales. Ainsi, dans un vase presque cylindrique de diamètre de $0^{m},11$, j'ai obtenu huit séries autour du centre, perpendiculaires au mouvement de l'eau, et de distance de 6^{mm}.

» Dans ce cas aussi les lignes nodales sont dues, comme je pense, à l'interférence des mouvements vibratoires de l'eau provenant du choc de l'eau sur les parois du vase.

» III. *Nodales de sable sur la terre.* — Il est probable que c'est un phénomène de la même nature ce que l'on observe sur le sable des plages sablonneuses. J'ai toujours observé ce phénomène après ou durant des vents forts du NE au NW. Je ne veux pas dire par cela que ces lignes ne prennent pas naissance par des vents d'autre direction, mais je ne les ai pas rencontrés jusqu'à ce moment. Je donne ici quelques mesures sur ces lignes.

» Dans une baie (sur l'île de Myconos, une des Cyclades), d'axe dirigé vers l'W, avec un vent NW fort, il y avait trois sortes de séries : 1° dans un sillon de forte pente, avec sable sec, d'axe vers le NNW, il y avait de profondes séries distantes entre elles de $0^m,35$; 2° sur la partie la plus large et presque horizontale de la baie, avec sable légèrement humide, il y avait un grand nombre de séries distantes de $0^m,06$ à $0^m,08$; 3° sur les pentes S d'une élévation, avec sable sec, il y avait des séries distantes de $0^m,07$ à $0^m,08$. L'axe de ces dernières séries se dirigeait vers le NW, et plus elles descendaient vers la base de l'élévation plus il tournait vers l'W; enfin aux pieds SE l'axe se dirigeait vers les WSW.

» De même, au vieux Phalère dans une petite baie d'axe dirigé vers l'WNW en temps calme (après des vents nord), l'axe de ces lignes se dirigeait vers le N, leur distance étant de $0^m,05$. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Chaleur spécifique d'un mélange gazeux de corps en équilibre chimique*. Note de M. **A. Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Soit un mélange gazeux de deux systèmes de corps en équilibre chimique, variable avec la température et avec la pression,

$$A + B + C + \ldots = M + N + P + \ldots.$$

» Je suppose que, dans les changements de pression et de température de ce mélange, les deux systèmes de corps ne donnent pas naissance à d'autres systèmes, ce qui revient à admettre que je peux considérer des états virtuels du mélange où les mêmes composants seront en équilibre entre eux.

» I. Partant d'un état d'équilibre bien défini, si l'on élève la température sous pression constante, le premier système, par exemple, décroît, le deuxième système croît : $\frac{\partial m}{\partial T}$ du corps M est positif. Deux cas sont possibles :

» 1° $\frac{\partial m}{\partial T}$ est toujours positif;

» 2° $\frac{\partial m}{\partial T}$ est positif au-dessus d'une température T_x et négatif au-dessous; à T_x il y a m_x du corps M; dès lors, pour $m > m_x$, il y aura équilibre à deux températures différentes : $\mathfrak{T}_1 > T_x$ et $\mathfrak{T}_2 < T_x$.

» Si l'on supposait que, pour une même concentration m, il y ait équi-

libre à trois températures différentes, il faudrait admettre que $\frac{\partial C}{\partial m}$ (C capacité calorifique du mélange, sans action chimique) change de signe à une certaine température. Je poserai comme postulat que cela est impossible.

» *Premier cas.* — $\frac{\partial m}{\partial T}$ toujours positif. Pour une composition définie par a, m, il y a équilibre à ε_1; alors $\frac{\partial \Phi}{\partial a} = 0$.

» A $T < \varepsilon_1$, avec la même composition, le premier système doit se former : $\frac{\partial \Phi}{\partial a}$ est négatif, $\frac{\partial S}{\partial a}$ est aussi négatif; le premier système se forme avec dégagement de chaleur.

» A ε_1, la $a^{\text{ième}}$ molécule du corps A disparaît, et un équivalent du deuxième système se forme en absorbant une quantité de chaleur

$$\mathfrak{L} = \varepsilon_1 \frac{\partial S}{\partial m}.$$

» A $T > \varepsilon_1$, on a

$$\frac{\partial S}{\partial m} = \frac{\mathfrak{L}}{\varepsilon_1} + \int_{\varepsilon_1}^{T} \frac{\partial C}{\partial m} \frac{dT}{T}.$$

» Puisque $\frac{\partial m}{\partial T}$ est toujours positif, dans le mélange a, m, la $a^{\text{ième}}$ molécule du corps A ayant disparu, ne se réformera jamais, quelle que soit l'élévation de température. Avec les mêmes inégalités et le même raisonnement que dans ma Note du 10 décembre dernier, on est amené à conclure que $\frac{\partial C}{\partial m}$ ne peut être négatif (cette $a^{\text{ième}}$ molécule représente la molécule considérée dans cette Note du 10 décembre).

» *Second cas.* — La conclusion précédente est encore valable quand $\frac{\partial m}{\partial T}$ positif change de signe à une température $T_x < \varepsilon_1$, le raisonnement étant indépendant de cette température T_x.

» Dans ce cas, le mélange a, m peut encore être en équilibre chimique à $\varepsilon_2 < T_x$; mais $\frac{\partial S}{\partial m}$ y est négatif; donc, à une température T_y, comprise entre ε_1 et ε_2, $\frac{\partial S}{\partial m}$ a changé de signe et, par suite, $\frac{\partial C}{\partial m}$ est différent de zéro.

» II. Le même raisonnement peut être appliqué au déplacement de l'équilibre, sous volume constant, par élévation de la température.

» III. Si l'on admet que le mélange gazeux obéit aux lois de Mariotte et de Gay-Lussac, et si l'on admet encore le postulat accepté plus haut,

que $\frac{\partial C}{\partial m}$ et $\frac{\partial c}{\partial m}$ ne dépendent pas de la température (ou tout au moins leur signe), on trouve par le calcul que, quel que soit l'état d'équilibre initial, que la pression reste constante ou que le volume soit invariable, le système dont la formation accroît la chaleur spécifique du mélange tend à remplacer entièrement l'autre quand la température tend vers l'infini.

» De plus, on sait qu'à une température constante quelconque, si le volume croît au delà de toute limite, le système dont la formation accroît (sous pression constante) le volume du mélange tend à déplacer entièrement l'autre.

» *Conclusion.* — Le système dont la formation accroît le volume du mélange, et qui déplace l'autre quand le volume croît, est aussi celui qui tend à composer seul le mélange gazeux lorsque la température croît au delà de toute limite, que la pression reste constante ou que le volume soit invariable. Sa formation accroît la chaleur spécifique du mélange, et l'accroissement est plus grand sous pression constante que sous volume constant.

» De cette conclusion on peut tirer facilement celle de ma Note sur la chaleur spécifique des composés gazeux dissociables. »

PHYSIQUE. — *Théorie de la machine de Wimshurst sans secteurs.* Note de M. **Bordier**, présentée par M. d'Arsonval.

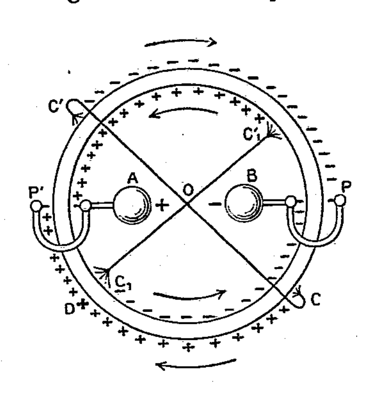
« De nombreuses théories ont été proposées pour expliquer le fonctionnement de cette machine statique; mais aucune ne rend compte de tous les phénomènes observés, soit pendant l'amorçage, soit pendant la marche de la machine. Celle que je vais exposer n'a pas les mêmes inconvénients, et toutes les déductions que l'on peut en tirer sont exactement vérifiées par l'expérience.

» Considérons une machine à plateaux ou à cylindres, par exemple le modèle construit par Bonetti, avec ses conducteurs diamétraux cc' et $c_1 c'_1$, et ses doubles peignes P et P' reliés aux collecteurs A et B.

» Pour amorcer la machine, dont les cylindres ou les plateaux d'ébonite tournent en sens inverse, comme l'indiquent les flèches, il suffit d'appuyer le doigt bien sec, ou mieux recouvert d'or mussif, sur un des cylindres ou plateaux, en face des balais de l'un des conducteurs diamétraux c_1, par exemple en D. L'expérience montre qu'alors le pôle positif va se fixer sur

le collecteur A situé dans le sens de la rotation du cylindre sur lequel le doigt est appuyé.

» Sous l'influence du frottement exercé par l'épiderme sec sur l'ébonite, le corps frotté s'électrise négativement, tandis que le corps frottant l'épiderme s'électrise positivement; cette charge positive qui se trouve en face des balais c_1 provoque un phénomène d'influence qui a pour conséquence de faire écouler par ce balai c_1 de l'électricité négative sur le cylindre intérieur. Cette électricité négative est transportée dans le sens de la rota-



tion, d'abord en face du balai c, puis en face du peigne P, organes sur lesquels elle agit par influence. Au niveau du balai c, il va y avoir écoulement d'électricité positive, laquelle sera transportée par le cylindre extérieur dans le sens de la flèche vers le peigne P', qui sera soumis à l'influence de charges positives. Les peignes P et P' se trouvent ainsi respectivement en présence d'électricité négative, d'une part, et d'électricité positive, d'autre part.

» Les phénomènes d'influence qui vont immédiatement se manifester auront donc pour conséquence de développer une charge négative sur le collecteur B et une charge positive sur le collecteur A, ce qui déjà est en parfait accord avec l'expérience.

» Mais les collecteurs A et B, il faut le remarquer, sont isolés, et les charges qu'ils possèdent créent un champ donnant naissance encore à des phénomènes d'influence : le conducteur B va agir sur les balais c et c'_1, les plus rapprochés de lui, et par ces balais s'écouleront des charges positives qui, étant entraînées par les cylindres ou les plateaux dans le sens des flèches, iront par induction augmenter la quantité d'électricité positive contenue sur le collecteur A; de même le collecteur A agira sur les balais c' et c_1, les plus voisins de lui, et par ces balais s'écouleront des

charges négatives qui, grâce au sens de rotation des cylindres ou des plateaux, iront augmenter par induction, en passant entre le double peigne P, la quantité d'électricité négative contenue sur le collecteur B.

» Le fonctionnement de la machine est maintenant établi et les charges des collecteurs vont en croissant de plus en plus jusqu'à l'obtention du régime permanent.

» Pour s'assurer de l'exactitude de la théorie que je viens d'indiquer, on peut la soumettre à différentes épreuves :

» 1° Au lieu d'amorcer en appuyant le doigt sur l'un des cylindres ou plateaux, on peut utiliser une lame d'ébonite frottée que l'on place pendant la rotation très près du cylindre et à l'endroit où le doigt était appliqué. La lame étant électrisée négativement provoque les mêmes phénomènes d'influence que l'épiderme, mais en sens contraire; aussi le pôle négatif doit-il alors s'établir en A et le pôle positif en B. C'est ce que l'expérience confirme exactement;

» 2° Si les choses se passent comme il a été expliqué plus haut, on doit pouvoir amorcer et faire fonctionner la machine quand les balais c' et c'_1 ont été enlevés. C'est encore ce que l'expérience vérifie. Dans ces conditions, le débit n'est pas diminué autant qu'on pourrait le croire *a priori :* à l'aide de la bouteille électrométrique de Lane, j'ai trouvé qu'*à vitesse de rotation égale* on obtiendrait vingt-neuf étincelles en deux minutes, la machine étant munie de tous ses balais, et vingt et une étincelles, les balais des extrémités c' et c'_1 des conducteurs diamétraux étant enlevés. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure de la période des ondes utilisées dans la Télégraphie sans fil.* Note de M. C. Tissot, présentée par M. A. Cornu.

« Nous nous sommes proposé de mesurer assez approximativement la valeur des longueurs d'onde généralement utilisées dans nos communications par télégraphie sans fil (¹). La mesure de cette période présente un certain intérêt au point de vue pratique : c'est en la faisant varier méthodiquement que l'on peut espérer réaliser la résonance du transmetteur et du récepteur, et M. Slaby a récemment exécuté dans cette voie une série de recherches qui paraissent avoir été couronnées de succès. Nous nous sommes borné à faire varier la période de manière à obtenir, selon les cas, soit une communication à grande distance, soit une communication à distance modérée avec interposition d'obstacles en utilisant et exagérant au

---

(¹) Ces communications servent à transmettre en service courant des ordres, et les différents dispositifs auxquels nous faisons allusion fonctionnent effectivement depuis le mois d'octobre 1900.

besoin les phénomènes de diffraction. La connaissance exacte de la période qui se trouve réalisée dans les conditions de fonctionnement normal d'un poste de télégraphie sans fil, connaissance que le calcul ne peut fournir que d'une manière bien incertaine, doit permettre de faire l'étude des différents facteurs qui influent sur la transmission, longueur et diamètre des antennes, capacité, longueur de l'étincelle, et potentiel explosif, etc., en opérant à coup sûr à période égale.

» Nous avons donc attaqué directement la mesure de la période de l'oscillateur en employant le procédé de Feddersen, procédé qui a été porté à un haut degré de perfection dans les récentes expériences de M. Décombe, dont nous nous sommes inspiré.

» Ce procédé consiste à recevoir l'image de l'étincelle sur un miroir concave animé d'un mouvement rapide de rotation et à la renvoyer sur une plaque photographique où elle se trouve dissociée et fixée. Nous avons dû faire subir au dispositif de M. Décombe plusieurs modifications.

» Dans une première série d'essais exécutés au cours de l'année 1900, nous nous étions servi de l'appareil à miroir tournant déjà utilisé par M. Décombe. Cet appareil, qui appartient au lycée Henri IV, avait été mis obligeamment à notre disposition. Il présentait certaines imperfections qui en rendaient l'usage incommode et rendaient les mesures tout à fait incertaines. Le miroir présentait d'ailleurs une surface trop faible pour pouvoir réaliser l'éclairement voulu de la plaque. Nous ne pouvions opérer dans les circonstances choisies et particulièrement favorables où s'était placé M. Décombe. Ce physicien opérait avec des oscillateurs *fermés* et faisait éclater l'étincelle dans l'huile de vaseline. Pour nous placer dans les conditions mêmes de la transmission par télégraphie sans fil, nous devions utiliser l'étincelle telle qu'on l'emploie, c'est-à-dire éclatant dans l'air entre les boules de l'oscillateur.

» Nous avions besoin, d'autre part, de connaître aussi exactement que possible la vitesse de rotation du miroir.

» Nous avons donc fait établir un appareil à train d'engrenages qui porte un miroir notablement plus grand que celui de l'appareil de M. Décombe ($2^{cm},6$ au lieu de $1^{cm},5$ de diamètre) et assez robuste pour permettre de maintenir la constance de la vitesse, 400 tours à 500 tours par seconde, pendant la durée des mesures.

» Le miroir est mobile autour d'un axe horizontal et est monté sur ce train d'engrenages qui donne exactement une multiplication de 20.

» Le mouvement est transmis au premier mobile par courroie à l'aide d'une petite dynamo.

» L'évaluation de la vitesse par la mesure du nombre des vibrations du *son d'axe* ne nous a pas paru présenter une garantie suffisante d'exactitude. Ce son d'axe se trouve d'ailleurs en partie masqué dans l'appareil que nous employons par le bruit du train d'engrenages.

» On utilise le premier mobile du train d'engrenages à l'entraînement d'un commu-

tateur tournant qui décharge n fois par seconde un condensateur étalonné dans un galvanomètre différentiel que l'on maintient au zéro par un courant permanent d'intensité connue. Ce dispositif, qui a été indiqué par M. Lippmann, a été utilisé depuis par divers expérimentateurs.

» Pour la commodité de l'observation, le procédé est utilisé, dans le cours d'une série de mesures, par méthode de *déviation* et non de réduction à *zéro*.

» L'étalonnage préalable exact a été opéré au galvanomètre différentiel et contrôlé par une méthode stroboscopique, observation à l'aide d'un électrodiapason muni d'une fente de rais équidistants tracés sur un disque entraîné par l'axe du miroir; la lecture de la déviation galvanométrique fournit immédiatement la valeur de la vitesse au moment même de l'expérience et permet de contrôler à tout instant la valeur de cette vitesse.

» Les épreuves obtenues présentent certains des caractères décrits et reproduits par Feddersen, mais pas tous. Nous comptons revenir plus tard sur cette question. Elles diffèrent complètement de celles qui ont été obtenues par M. Décombe; ce qui n'a rien de surprenant, étant donné les conditions toutes différentes de l'expérience.

» Telles qu'elles, elles ne se prêtent pas aux mesures et indiquent à peine le caractère oscillatoire de la décharge. Mais leur caractère se modifie complètement si l'on interpose devant le miroir tournant, et sur le trajet du faisceau incident, une lentille cylindrique de grande distance focale qui étale légèrement les images absolument rectilignes de l'étincelle.

» Les épreuves présentent alors une série de franges équidistantes, d'intensités décroissantes, *extrêmement nettes,* et dont il est possible de mesurer la largeur.

» Pour obtenir la netteté voulue, nous avons éprouvé de grandes difficultés, principalement à cause de la production d'images multiples avec des miroirs épais. Le miroir de l'appareil employé par M. Décombe présentait lui-même ce défaut.

» Après avoir fait exécuter aussi parfaitement que possible des miroirs qui ne donnaient pas encore la finesse désirable, nous les avons remplacés d'abord par une lentille plan-convexe argentée.

» Mais, pour rendre ces images absolument achromatiques, nous avons eu recours finalement à un miroir travaillé optiquement et argenté par le procédé Foucault. Les images sont alors devenues parfaites.

» Nous nous bornerons à consigner les résultats généraux suivants. Ils ont été obtenus en donnant à la capacité du système oscillateur-antenne une valeur bien déterminée par addition de capacités auxiliaires à la partie inférieure de l'antenne. Ces capacités ont été choisies de manière à ne pas

altérer le régime des transmissions, tout en permettant d'obtenir un système toujours comparable. Dans ces conditions, la période est parfaitement déterminée. Les franges obtenues sur les épreuves sont nettes et rigoureusement équidistantes. La période est donc unique et demeure invariable pour une longueur donnée de l'antenne et une même longueur d'étincelle.

» Cette période varie, non seulement avec la longueur de l'antenne, ce qui est évident, mais aussi avec la longueur de l'étincelle. Les périodes que nous avons mesurées sont comprises (pour première approximation) entre $0,6\ 10^{-6}$ seconde et $1,8\ 10^{-6}$ seconde.

» L'amortissement se traduit sur les épreuves par la décroissance de l'intensité et de la longueur des images.

» Cet amortissement est toujours très marqué, parfois assez considérable pour que l'on ne distingue nettement que trois ou quatre images au plus. »

TÉLÉGRAPHIE. — *Télautographe Ritchie*. Note de M. **Brauer**, présentée par M. Lippmann.

« Le télautographe Ritchie est un appareil destiné à transmettre l'écriture et, d'une façon générale, tout dessin ou tracé linéaire à une distance quelconque en utilisant les lignes téléphoniques à deux fils.

» Toutes les tentatives faites depuis Caselli jusqu'à Gray et M. Pherson reproduisaient l'écriture soit par des hachures juxtaposées, soit par des impulsions successives de la plume.

» Dans l'appareil Ritchie, tous les mouvements du crayon de l'expéditeur se transmettent fidèlement, d'une façon continue, régulièrement et sans saccades; la transmission se fait électriquement sans employer de mouvements d'horlogerie ni d'engrenages.

» Chaque appareil formant un poste se compose de deux parties distinctes, le transmetteur et le récepteur.

» Un circuit de communication entre deux postes comprend donc un transmetteur, la ligne, et un récepteur.

» Voici maintenant en quelques mots le principe des différentes fonctions de l'appareil.

» 1. *Reproduction des mouvements du crayon parallèlement à la surface du papier.* — Le crayon du transmetteur est relié à un système de bras articulés dont les deux extrêmes (A) et (B) sont calés sur deux axes qui par leur rotation produisent des variations de résistance dans deux

rhéostats intercalés chacun sur un des fils de ligne et relié à une de leurs extrémités au pôle positif de la batterie locale. Au poste récepteur, les deux fils de ligne aboutissent chacun à un galvanomètre Deprez-d'Arsonval très robuste, chaque bobine galvanométrique étant reliée par une de ses extrémités au fil et par l'autre au pôle négatif de la batterie locale. Ces deux bobines actionnent un système de bras articulés identique à celui du transmetteur et portant la plume. Les deux pôles libres des batteries sont reliés à la terre, sur laquelle se ferme le circuit.

» Lorsque l'on déplace le crayon du transmetteur, la résistance varie dans chacun des rhéostats et, par suite, l'intensité du courant qui passe dans chaque bobine galvanométrique. Les rhéostats ont été établis de façon que les variations d'angles des bras (A et B) du transmetteur soient reproduites identiquement par les bras correspondants (A', B'), qui sont fixés directement sur les axes des bobines galvanométriques. Il s'ensuit pour la plume du récepteur un déplacement identique à celui du crayon du transmetteur.

» 2. *Mouvement de la plume perpendiculairement au papier.* — Pour obtenir sur le récepteur la séparation des mots et les corrections, il faut que la plume se pose sur le papier et se soulève en même temps que le crayon du transmetteur. Le dispositif employé est le suivant. La plaque sur laquelle repose le papier où l'on écrit reçoit, sous la pression du crayon, un léger déplacement vertical qui établit un contact envoyant du courant dans le circuit primaire d'une bobine de Ruhmkorff. Le circuit secondaire de cette bobine est placé en pont sur les deux fils de lignes par l'intermédiaire d'un condensateur. Au récepteur, un relais est également placé en pont sur les mêmes fils par l'intermédiaire d'un autre condensateur. Les courants alternatifs induits étant arrêtés par la self-induction des galvanomètres, ils se développent dans le circuit formé par les fils de ligne, le relais et les condensateurs. Pendant tout le temps que le crayon appuie sur le papier, l'armature du relais est attirée et la plume pose sur le papier. Aussitôt que le crayon abandonne le papier, les courants alternatifs cessent, le relais abandonne son armature, et la plume se soulève.

» 3. *Mouvement du papier et prise d'encre.* — L'avancement du papier est obtenu en poussant, avec le crayon du transmetteur, jusqu'à fond de course, et relâchant ensuite un levier placé à gauche du papier. A chaque mouvement, le papier avance de 15 millimètres; en même temps un commutateur coupe et rétablit le courant qui passe sur la ligne. Un relais placé dans le récepteur et ayant son enroulement en série avec la ligne aban-

donne et attire son armature, et agit sur le circuit local d'un électro qui produit à chaque période un avancement du papier de 15 millimètres. La plume, qui, au moment où l'on fait avancer le papier, se trouve au-dessus de l'encrier, est plongée dans l'encre par la simple pression d'un bras attaché au châssis d'avancement du papier.

» En somme, le télautographe est, avec le télégraphe et le téléphone, un troisième agent qui vient compléter nos moyens d'économiser le temps et de supprimer la distance, mais qui a cet avantage sur les deux autres de laisser entre les mains du destinataire un autographe qu'il peut recevoir même en son absence. »

PHYSIQUE. — *Sur la radio-activité induite et les gaz activés par le radium.* Note de MM. **P. Curie** et **A. Debierne**, présentée par M. H. Becquerel.

« Dans une précédente Communication, nous avons établi que la radio-activité induite n'est pas produite par le rayonnement direct des sels de radium, mais qu'elle se communique par l'air de proche en proche, depuis le sel de radium jusqu'aux corps qui s'activent ([1]). Nous avons cherché à préciser le rôle des gaz dans ce phénomène, et voici les résultats nouveaux que nous avons obtenus.

» La matière active, contenue dans une petite ampoule ouverte, est placée avec le corps à activer (une lame de cuivre, par exemple) dans un tube scellé, rempli d'air à la pression atmosphérique. Le corps s'active peu à peu et finit par prendre une activité limite, toujours la même pour la même matière radio-active. En remplaçant, dans cette expérience, l'air par l'hydrogène, on observe la même activation limite. On peut encore répéter cette expérience avec de l'air en faisant varier la pression dans le tube; nous avons constaté qu'avec une pression assez basse (1^{cm} de mercure) la limite de l'activation est encore la même. Par conséquent, la quantité et la nature du gaz en présence n'ont pas d'influence sur la radio-activité induite.

Le résultat n'est pas le même lorsque, au lieu de faire un vide partiel dans le tube, on y fait un vide très parfait (pression mesurée à la jauge inférieure à $\frac{1}{1000}$ de millimètre de mercure), et *lorsqu'on maintient ce vide pendant toute la durée de l'expérience*, en faisant marcher la trompe à mercure

([1]) *Comptes rendus*, février 1901.

d'une façon continue. Dans ces conditions le corps ne s'active pas ; bien plus, s'il a déjà été activé, son activité disparaît. Ainsi la radio-activité induite ne se propage plus lorsqu'on supprime toute pression dans l'appareil.

» Si, après avoir fait un vide très parfait, on isole l'appareil de la trompe, on constate au bout d'un temps plus ou moins long que la lame de cuivre s'est activée aussi fortement que dans l'air. Mais, en même temps que la lame s'active, des gaz occlus se dégagent de la substance active et déterminent dans le tube une faible pression dont la grandeur varie avec l'échantillon étudié. On peut recueillir les gaz occlus dont l'apparition coïncide avec celle de la radio-activité induite. Pour cela on fait d'abord un vide aussi parfait que possible sur la substance radio-active, puis on chauffe celle-ci, et les gaz dégagés sont extraits à l'aide de la trompe à mercure. En même temps, au moyen d'un petit tube de Geissler soudé sur l'appareil, on examine le spectre de ces gaz. Nous n'avons trouvé dans ce spectre aucune raie nouvelle. Généralement le spectre des gaz carbonés domine ; on aperçoit aussi les raies de l'hydrogène, celles de l'azote et celles de la vapeur de mercure provenant de la trompe.

» Les gaz recueillis, dont le volume est petit, sont, malgré leur faible masse, violemment radio-actifs. Ces gaz, agissant au travers du verre de l'éprouvette qui les contient, impressionnent en un instant une plaque photographique enveloppée de papier noir, et déchargent très rapidement les corps électrisés. Leur activité est telle qu'elle provoque la fluorescence du verre de l'éprouvette, qui est lumineux dans l'obscurité. Ce verre noircit rapidement comme lorsqu'il est exposé au rayonnement des corps les plus fortement radio-actifs. L'activité du gaz activé diminue constamment, mais avec une lenteur extrême : du gaz recueilli depuis dix jours est toujours très fortement actif.

» L'air du laboratoire dans lequel nous travaillons depuis plusieurs années est devenu progressivement de plus en plus conducteur ; il n'est plus possible d'avoir un appareil bien isolé et l'on ne peut plus faire que des mesures grossières à l'électromètre. Cet état déplorable ne nous semble pas pouvoir s'expliquer par le rayonnement direct des poussières radio-actives disséminées dans le laboratoire ; il est probablement dû en grande partie à la formation continue de gaz radio-actifs analogues à ceux dont nous venons de parler [1].

---

[1] C'est ainsi que l'air confiné dans toute boîte close qui séjourne dans le labora-

» En chauffant du chlorure de baryum hydraté dans le vide, nous avons obtenu une certaine quantité d'eau distillée qui a été recueillie dans une ampoule. L'eau s'est montrée radio-active; cette eau évaporée ne laissait aucun résidu radio-actif; si on la conserve en tube scellé, son activité ne disparaît que très lentement.

» Nous ne pensons pas encore avoir élucidé le mécanisme de la propagation de la radio-activité induite. On peut, il est vrai, supposer que des gaz ordinaires contenus dans l'air s'activent au contact de la matière radio-active et se diffusent ensuite en communiquant, par contact, leur activité aux autres corps; mais bien des faits ne sont pas expliqués avec cette manière de voir. En effet, l'activation limite est sensiblement indépendante de la pression et de la nature du gaz; de plus, la propagation de l'activité par les tubes capillaires semble beaucoup trop rapide pour pouvoir être produite par une simple diffusion des gaz. »

PHYSIQUE. — *Production directe des rayons* X *dans l'air*. Note de M. **A. Nodon**, présentée par M. Lippmann.

« L'expérience m'a démontré que les rayons X peuvent être produits *directement dans l'air* et en dehors du vide de Crookes : des rayons X prennent naissance sous l'influence simultanée de *radiations ultra-violettes* et d'un *champ électrique*.

» Si l'on crée un champ électrique entre les deux armatures d'un condensateur à air et qu'on dirige un faisceau de radiations ultra-violettes sur l'une des armatures, il y a production de rayons X.

» Ces rayons X se propagent suivant la même direction que les lignes de force électriques du champ. Ils ne sont pas émis dans d'autres directions. Ils possèdent une activité plus considérable quand la direction des lignes de force du champ est la même que celle de la propagation des radiations ultra-violettes, c'est-à-dire quand l'armature éclairée est de polarité négative.

» L'activité des rayons X émis est ensuite fonction : de l'intensité du champ électrique, de l'intensité des radiations ultra-violettes, de la longueur

toire finit par devenir très fortement conducteur, et sa conductibilité est très supérieure à celle de l'air de la pièce. Il suffit d'ouvrir la boîte pour faire tomber cette conductibilité.

d'onde de celles-ci, et enfin de la nature des substances à la surface desquelles ils prennent naissance.

» Les propriétés générales des rayons X produits directement dans l'air sont identiques à celles des rayons X produits au moyen des ampoules de Crookes.

» Ils déchargent les corps électrisés après leur passage au travers de l'aluminium et du carton noir paraffiné. Ils possèdent des propriétés photogéniques. Les radiations ultra-violettes qui servent à produire les rayons X peuvent être obtenues à l'aide de diverses sources, telles que : l'étincelle électrique, l'effluve électrique, l'arc voltaïque ordinaire et enfin l'arc voltaïque qui se produit entre deux crayons de graphite munis d'âmes en aluminium.

» La charge électrique du champ était obtenue à l'aide d'une petite machine électrostatique. Les mesures étaient faites au moyen d'un électromètre de modèle spécial à feuille d'or unique enfermée dans une cage de Faraday. Les appareils étaient dans l'obscurité, afin d'éviter l'action actinique des rayons lumineux extérieurs.

» Une première série de recherches a été effectuée au moyen du dispositif suivant :

» Une feuille d'aluminium mince fermait l'ouverture centrale d'un disque de carton noir. Un plateau métallique de diamètre plus petit que le disque était disposé parallèlement à celui-ci et à une distance variant de 10^{cm} à 30^{cm}. L'ensemble de l'appareil était isolé.

» La feuille d'aluminium et le plateau métallique formaient les deux armatures d'un condensateur plan.

» La source de radiations ultra-violettes était disposée devant la feuille d'aluminium. Celle-ci formait écran aux radiations.

» En chargeant le condensateur et en éclairant la surface extérieure de l'aluminium, on constatait la production de rayons X sur la face intérieure de ce métal.

» L'activité des rayons X produits était alors sensiblement atténuée par suite du passage de ces rayons au travers de l'aluminium.

» Un second dispositif permettait d'éviter cette cause d'affaiblissement.

» Ce dispositif se composait d'une feuille d'aluminium isolée, qu'on inclinait à 45°, sur un faisceau de radiations ultra-violettes.

» Un conducteur, réuni à la terre, était disposé dans l'obscurité, à 30^{cm} environ de la face éclairée de l'aluminium.

» L'ensemble formé par la feuille d'aluminium isolée et le conducteur à la terre était susceptible de réaliser un condensateur électrostatique.

» En chargeant ce condensateur et en éclairant la face interne de la feuille d'aluminium, il y avait production de rayons X.

» La propagation des rayons X s'effectuait dans ces conditions, suivant la déviation des lignes de force du champ.

» Comme ces rayons X n'avaient pas à traverser l'épaisseur de l'aluminium, ils possédaient une activité plus considérable que dans l'expérience précédente.

» Les phénomènes *actino-électriques* sembleraient trouver leur explication dans la production directe, dans l'air, de rayons X, sous la double influence de radiations ultra-violettes et d'un champ électrique. »

PHYSIQUE. — *Méthode de détermination des poids atomiques fondée sur les lois de transparence de la matière pour les rayons* X; *poids atomique de l'indium*. Note de M. L. Benoist, présentée par M. Lippmann.

« Les lois de transparence de la matière pour les rayons X, exposées dans mes deux précédentes Communications ([1]), constituent la base d'une nouvelle méthode de détermination directe ou de vérification des poids atomiques, méthode plus générale et, à certains égards, plus précise que celle qui résulte de la loi de Dulong et Petit sur les chaleurs spécifiques des éléments. En effet, l'opacité spécifique d'un corps simple, ou ce qui la représente pratiquement, son équivalent de transparence défini et mésuré, comme je l'ai précédemment expliqué, dans des conditions bien déterminées, constitue une constante physico-chimique bien plus étroitement liée au poids atomique que la chaleur spécifique, puisqu'elle est indépendante de tout ce qui peut faire varier cette dernière.

» Cette constante peut être déterminée, par un examen physique aussi simple que rapide, soit sur l'élément lui-même, soit sur un mélange ou un composé connu qui le contienne. La valeur numérique obtenue assigne à l'élément donné une place déterminée sur la courbe d'isotransparence qui correspond aux conditions choisies; de là, aussi, une valeur déterminée assignée au poids atomique. On peut augmenter au besoin la sensibilité du procédé, en modifiant la pente de la courbe par une transformation logarithmique.

» Enfin cette méthode contient un précieux élément de contrôle fourni

([1]) L. Benoist, *Comptes rendus*, 11 février et 4 mars 1901.

par l'étude du radiochroïsme de l'élément considéré, c'est-à-dire par le sens et la grandeur des variations de son équivalent de transparence lorsque l'on passe d'une courbe à une autre, en modifiant la qualité des rayons X employés.

» J'ai appliqué cette méthode à l'*indium*, dont la place dans la classification des corps simples est encore discutée, les chimistes ayant à choisir entre deux valeurs possibles, 75,6 et 113,4, de son poids atomique.

» Tout récemment, MM. C. Chabrié et E. Rengade ont repris la question (voir *Comptes rendus*, 31 décembre 1900 et 25 février 1901). La formation des aluns d'indium et des métaux alcalins leur a permis de conclure à la trivalence de l'indium, à ses analogies chimiques avec les métaux à sesquioxydes, et par suite au poids atomique 113,4. Ayant aussi obtenu l'acétylacétonate d'indium $[(CH^3 - CO)^2 = CH]^3In$, ils ont pu en déterminer le poids moléculaire, non directement, il est vrai, par la densité de vapeur, ce sel n'étant pas volatil sans décomposition, mais par l'ébullioscopie, et sont arrivés à la même conclusion.

» Il était donc intéressant de soumettre la question à la méthode nouvelle dont je viens d'exposer les principes.

» J'ai pu utiliser, grâce à l'obligeance de M. Chabrié, l'acétylacétonate d'indium bien cristallisé, et tout dernièrement l'indium métallique très pur, préparés par ce chimiste.

» Malgré la petite quantité de sel ($0^{gr},440$) et l'inégale grosseur des cristaux que je ne voulais pas pulvériser, j'ai pu déterminer avec une précision satisfaisante l'équivalent de transparence de l'acétylacétonate d'indium pour la qualité de rayons X et pour les conditions d'épaisseur auxquelles se rapporte la courbe principale qui figure dans ma Communication du 4 mars dernier.

» Le nombre obtenu a été de $3^{dgr},6$.

» Connaissant, d'autre part, les équivalents des éléments constitutifs de ce sel, sauf celui de l'indium lui-même, j'ai pu calculer ce dernier; soit $E = 1^{dgr},05$.

» Or, cette valeur éloigne absolument l'indium de la région des poids atomiques voisins de 75; car, pour cette valeur, l'équivalent de l'indium devrait être $E = 1^{dgr},7$, sensiblement égal à celui de l'arsenic (voir la courbe précitée). Elle le met, au contraire, incontestablement à la suite de l'argent ($P_a = 108$) et du cadmium ($P_a = 112$), dans la région où les équivalents de transparence sont égaux ou un peu inférieurs à $1^{dgr},2$. L'épreuve était donc décisive. La comparaison directe de l'indium à l'arsenic d'une part, à l'argent et au cadmium d'autre part, ne le fut pas moins.

» Mais la méthode comporte, ainsi que je l'ai dit, un précieux moyen de contrôle. Si l'on se reporte aux deux courbes d'isotransparence que j'ai publiées, on voit que, dans la région de l'arsenic, la courbe des rayons mous s'écarte très notablement de celle des rayons de dureté moyenne, et que l'équivalent de l'arsenic varie *du simple au double* en passant de la première à la seconde. Au contraire, dans la région de l'ar-

gent et du cadmium, et un peu au delà, les deux courbes se confondent presque, avec des écarts à peine de l'ordre *du dixième*, pour se séparer de nouveau vers les poids atomiques très élevés. Il y a là une particularité très intéressante, sur laquelle j'aurai l'occasion de revenir.

» Or, en soumettant le sel d'indium, côte à côte avec l'arsenic d'une part, l'argent et le cadmium d'autre part, à ce changement de rayons X, j'ai pu constater très nettement qu'il se comporte comme l'argent, et non comme l'arsenic. Donc le radiochroïsme de l'indium, fonction lui-même de son poids atomique, conduit aux mêmes conclusions que la mesure de son équivalent de transparence.

» Enfin, l'échantillon d'indium métallique, que j'ai pu étudier à son tour, en le laminant à diverses épaisseurs et en le soumettant aux mêmes épreuves que l'acétylacétonate, m'a fourni sur tous les points une vérification absolument concordante. En particulier, la mesure directe de son équivalent de transparence, dans les conditions déjà employées, m'a fourni une valeur presque identique à celle que j'avais calculée au moyen du sel :

Équivalent de l'indium	calculé par l'acétylacétonate....	1,05
	mesuré directement...........	1,10

» *Conclusions*. — La transparence de l'indium pour les rayons X, avec tous les caractères de variation qui l'accompagnent, assignent à ce corps simple le poids atomique 113,4, à l'exclusion formelle de la valeur 75,6. »

CHIMIE. — *Action de l'hydrogène sur le réalgar et réaction inverse. Influence de la pression et de la température*. Note de **M. H. Pélabon**, présentée par M. Troost.

« En faisant réagir l'hydrogène en tube scellé sur le réalgar en excès, en présence de masses variables d'arsenic, on observe ([1]), quand la masse de ce dernier corps est supérieure à une certaine limite, que la proportion d'hydrogène sulfuré produit ne dépend que de la température et reste constante pour une même valeur de celle-ci, si l'on fait varier les proportions relatives de réalgar et d'arsenic.

» *La pression du gaz n'exerce aucune influence sur la composition limite du système gazeux*. Si l'on introduit l'hydrogène dans les tubes sous des pressions égales à la moitié, au quart de la pression atmosphérique, on observe en effet que le rapport R de la pression partielle de l'hydrogène sulfuré dans le mélange à la pression totale de celui-ci ne change pas.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 416; 13 août 1900.

» Si l'on fait réagir l'hydrogène sur le sulfure seul, hors de la présence de l'arsenic, on n'arrive plus au même résultat; la pression influe sur la valeur de R.

» *Plus la pression est faible, plus la valeur de ce rapport est élevée et s'éloigne du nombre qu'on obtient en opérant en présence d'un excès d'arsenic.* — Ainsi, tandis qu'avec des tubes où le gaz hydrogène est introduit à la température ordinaire, sous une pression voisine de la pression atmosphérique, on trouve à 610° un nombre voisin de 93,07, on a dans les mêmes conditions de température, pour une pression moitié moindre de l'hydrogène introduit, $R = 95,25$ et pour une pression voisine de 190^{mm}, $R = 96,03$ (R est ici exprimé en centièmes).

» Pourvu qu'à la température de l'expérience le réalgar ne soit pas complètement vaporisé, la valeur de R est indépendante de la masse de ce corps.

» Dans l'action de l'hydrogène sulfuré sur l'arsenic, c'est un phénomène inverse qu'on observe. Les résultats suivants montrent que *plus la pression du gaz est faible, plus la valeur de* R *est faible.*

» La température des expériences est toujours égale à 610° :

Valeurs	
de la pression à 15°.	de ρ en centièmes.
759 mm	65,01
379	63,70
320	61,72
177	59,69

» Ces résultats sont d'accord qualitativement avec la théorie thermodynamique de la dissociation.

» Si l'on admet que l'on a la réaction

$$\underbrace{As^2S^2[2 \text{ vol.}]}_{1} + \underbrace{2H^2[4 \text{ vol.}]}_{2} = \underbrace{2H^2S[4 \text{ vol.}]}_{3} + \underbrace{As^2[1 \text{ vol.}]}_{4},$$

les différents corps qui entrent dans cette réaction étant affectés des indices 1, 2, 3, 4, placés au-dessous de chacun d'eux, on peut écrire entre les pressions P_1, P_2, P_3, P_4 des différents gaz ou vapeurs la relation

$$(1) \qquad \frac{P_1^2 P_2^4}{P_3^4 P_4} = F(T).$$

» Dans le cas où l'arsenic et le sulfure sont en excès, on a

$$P_1 = \varphi(T), \qquad P_4 = \psi(T),$$

par suite,

$$R = \chi(T).$$

» 1° Supposons qu'on fasse agir le gaz hydrogène sur le réalgar; on aura

$$P_1 = \varphi(T),$$

par suite

$$\frac{P_2^4}{P_3^4 P_4} = f(T). \tag{2}$$

Pour une autre valeur de la pression totale

$$\frac{P_2'^4}{P_3'^4 P_4'} = f(T), \tag{3}$$

et, par suite,

$$\frac{P_2^4}{P_3^4 P_4} = \frac{P'^4}{P_3'^4 P_4'} = \ldots = f(T). \tag{4}$$

» L'équation (1) de la réaction montre que l'on a à chaque instant :

$$P_3 = 4P_4.$$

» Donc les relations (4) peuvent être remplacées par les suivantes :

$$\frac{P_2^4}{P_3^5} = \frac{P_2'^4}{P_3'^5} = \ldots = f_1(T). \tag{5}$$

» Enfin, si l'on se rappelle que R est donné par l'égalité

$$R = \frac{P_3}{P_2 + P_3} \times 100,$$

on a

$$\frac{(100 - R)^5}{P_2 R^5} = \frac{(100 - R')^5}{P_2' R'^5} = \ldots = f_1(T). \tag{6}$$

» La discussion mathématique de cette relation fait voir, conformément à l'expérience, que quand la pression totale du mélange gazeux augmente la valeur du rapport R diminue.

» 2° L'étude de l'action de l'hydrogène sulfuré sur l'arsenic conduit à la discussion d'une relation un peu différente. Dans ce cas on a, en effet,

$$P_2 = 2P_1 \qquad \text{et} \qquad P_4 = \psi(T).$$

» Un calcul analogue au précédent donne

$$(7)\qquad \frac{P_2(100-R)^2}{R^2}=\frac{P'_2(100-R')^2}{R'^2}=\ldots=f_2(T).$$

» On observe ici que, quand la pression totale du mélange gazeux décroît, la valeur de R décroît aussi, ce qui est bien conforme avec les résultats expérimentaux.

» Les nombres obtenus dans les deux cas ne vérifient pas quantitativement les relations (6) et (7) d'une manière satisfaisante. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *La chaleur de formation des acétals comparée à celle des composés isomères.* Note de M. **Marcel Delépine**.

« La comparaison des chaleurs de formation des acétals avec celles des composés isomères de constitution et de fonctions différentes permet de faire quelques observations intéressantes. Elle montre, au plus haut degré, la différence thermique qui existe entre un corps dérivé d'une seule chaîne carbonée et un corps dérivé de plusieurs chaînes carbonées, réunies par l'oxygène, susceptibles, en général, de se disloquer par fixation d'eau.

» Des déterminations faites sur les éthers et les composés isomères [1], sur les hydramides et leurs isomères non hydratables [2], on a déjà pu tirer cette conclusion que la chaleur de formation du composé unitaire l'emporte sur celle du composé dédoublable. Voici quelques exemples se rapportant à l'éther ordinaire comparé à l'alcool isobutylique, à l'éther méthylformique comparé à l'acide acétique, à l'anisol et au *p*.-cresylol.

	Formation.		Formation.	Différence.
	Cal		Cal	Cal
$C^2H^5.O.C^2H^5$ liq...	70,5	$C^4H^7.OH$ liq.......	85,5	15,0
$H.CO.O.CH^3$ liq...	93,4	$CH^3.CO.OH$ liq....	117,2	23,8
$C^6H^5.O.CH^3$ liq....	30,6	$C^7H^7.OH$ liq.......	52,9	22,3

» Or les acétals que j'ai étudiés précédemment possèdent un grand nombre de liaisons oxygénées, et nous allons étendre ces comparaisons avec les corps dont la chaleur de formation a été fixée.

(1) Berthelot, *Thermochimie,* t. I, p. 551 et 664.
(2) Delépine, *Comptes rendus,* t. CXXV, p. 178; t. CXXVI, p. 343, 48.

» Le méthylal et l'acétal sont les isomères respectifs du propylglycol et de la pinacone; on trouve

				Différence.
$CH^2\langle{}^{OCH^3}_{OCH^3}$ liq.	$\overset{Cal}{96,4}$	$CH^2OH.CH^2.CH^2OH$ liq.	$\overset{Cal}{127,7}$	$\overset{Cal}{2 \times 15,6}$
$CH^3 - CH\langle{}^{OC^2H^5}_{OC^2H^5}$ liq. ..	118,45	$(CH^3)^2 = COH.COH = (CH^3)^2$ sol. ..	151,1	$2 \times 16,3$

C'est environ deux fois la différence qui existe entre un alcool et un éther-oxyde de même formule.

» Le formal et l'acétal du glycol sont isomères respectivement des acides propionique et butyrique; on a

				Différence.
$CH^2\langle{}^{O - CH^2}_{O - CH^2}$ liq.	$\overset{Cal}{80,3}$	$CH^3.CH^2.CO^2H$ liq.	$\overset{Cal}{122,5}$	$\overset{Cal}{2 \times 21,1}$
$CH^3 - CH^2\langle{}^{O - CH^2}_{O - CH^2}$ liq.	94,4	$CH^3.(CH^2)^2.CO^2H$ liq.	135,2	$2 \times 20,4$

c'est-à-dire environ deux fois la différence qu'il y a entre les mêmes acides et les éthers éthylformique et éthylacétique qui n'ont qu'une liaison oxygénée (diff. resp. : $24^{Cal},3$ et $19^{Cal},1$).

» Le diformal de l'érythrite $CH^2 - CH - CH - CH^2$ (O CH² O, O CH² O) a quatre liaisons oxygénées; il est isomère de l'acide adipique $CO^2H - (CH^2)^4 - CO^2H$, et le diacétal est isomère des acides subériques $CO^2H - (CH^2)^6 - CO^2H$. Les chaleurs de formation donnent :

				Différence.
Diformal de l'érythrite...	$166^{Cal},2$	Acide adipique....	$241^{Cal},9$	$4 \times 18^{Cal},9$
Diacétal » ...	$188^{Cal},6$	Acide subérique...	$247^{Cal},9$	$4 \times 15^{Cal},0$

» Ces valeurs pourraient encore être comparées à celles de certains éthers d'acides bibasiques à deux liaisons oxygénées, lesquelles tiendraient à peu près une place intermédiaire.

» Enfin, un acide de formule $C^9H^{14}O^6$ que l'on supposerait homologue de l'acide tricarballylique $C^6H^8O^6$ aurait pour chaleur de formation probable 350^{Cal}, et ce nombre surpasserait de 6×17^{Cal} la chaleur de formation du triformal de la mannite $CH^2 - CH - CH - CH - CH - CH^2$ (O CH² O, O CH² O, O CH² O), qui a six liaisons oxygénées.

» En somme, la différence entre un formal et un acide isomère passe ainsi successivement de 2×21^{Cal}, à $4 \times 18^{Cal},9$ et à 6×17^{Cal}; elle est toujours considérable, tout en paraissant s'amoindrir avec la multiplicité des liaisons oxygénées. La différence est un peu moindre pour les acétals.

» De ces comparaisons dérive immédiatement l'étude d'un cas plus

intéressant, fréquent dans la série aromatique, où les mêmes composants, aldéhyde et phénol (au lieu d'alcool), peuvent donner lieu, soit à la formation d'un acétal de phénol, soit à la formation d'un diphénol isomère où le groupement carboné de l'aldéhyde s'est attaché directement au carbone du phénol. Ce diphénol doit avoir une chaleur de formation plus élevée.

» J'ai vérifié le fait sur le formal du β-naphtol $CH^2\begin{matrix}\diagup OC^{10}H^7\\ \diagdown OC^{10}H^7\end{matrix}$ et son isomère le β-dinaphtylol-méthane $CH^2\begin{matrix}\diagup C^{10}H^6OH\\ \diagdown C^{10}H^6OH\end{matrix}$. Voici les chaleurs de combustion par gramme :

β-dinaphtylol-méthane..	$8261^{cal},8$	$8244^{cal},5$	$8250^{cal},6$	Moyenne...	$8252^{cal},2$
Formal du β-naphtol....	$8342^{cal},2$	$8322^{cal},1$	$8341^{cal},5$	Moyenne...	$8335^{cal},6$

» D'où l'on déduit :

		Dinaphtylol.	Formal.
		cal	cal
Chaleur de combustion moléculaire	à volume constant...	2475,7	2500,7
	à pression constante.	2477,4	2502,4
Chaleur de formation moléculaire	....	54,9	29,9

» Ainsi, la chaleur de formation du composé où l'oxygène n'est pas doublement lié au carbone surpasse celle de l'isomère de constitution acétalique de 25^{Cal}, soit $2 \times 12^{Cal},5$, chiffres de l'ordre de grandeur de ceux qui se rapportent au méthylal, à l'acétal et aux glycols isomères, toutefois un peu moindres.

» On a encore pour les réactions génératrices :

$$CH^2O \text{ diss.} + 2C^{10}H^8O \text{ sol.} = \begin{cases} CH^2(C^{10}H^6OH)^2\text{sol.} + H^2O \text{ liq.} \dots & + 26^{Cal},1 \quad (1) \\ CH^2(OC^{10}H^7)^2\text{sol.} + H^2O \text{ liq.} \dots & + 1^{Cal},1 \quad (2) \end{cases}$$

» Le nombre $1^{Cal},1$ laisserait supposer que la réaction de formation ou de décomposition du formal est réversible. Mais il n'en est rien, car les composants mis en liberté dans une décomposition, par exemple, s'uniront non pas suivant le second mode, mais suivant le premier, qui échappe à la réversibilité par suite de la nature unitaire du composé formé. En fait, j'ai vérifié par l'expérience que le formal du β.-naphtol, chauffé à 100° pendant une dizaine d'heures avec dix fois son poids d'alcool absolu et une goutte d'acide chlorhydrique, s'était transformé en son isomère. Ce résultat et les précédentes déterminations entreprises sur les acétals viennent donc corroborer et étendre les relations thermiques qui existent entre différents isomères. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la valeur acidimétrique des acides benzoïques monosubstitués.* Note de M. G. Massol.

« J'ai étudié thermiquement les trois acides oxybenzoïques, les trois acides nitrobenzoïques, les acides ortho-, chloro- et iodobenzoïques et les acides *o*- et *p*-bromobenzoïques. Pour chacun d'eux, j'ai déterminé la chaleur de neutralisation par la soude, la chaleur de dissolution du sel de soude anhydre et, pour quelques acides, la chaleur de dissolution dans l'eau (vers +15°) lorsque la solubilité a été suffisante; mais, en général, ces acides sont fort peu solubles dans l'eau.

» A l'aide de ces données, j'ai calculé les chaleurs de formation des sels de soude anhydres et solides, à partir des éléments solides. Tous les nombres ci-dessous correspondent à l'équation générale

$$\text{Acide sol.} + \text{NaOH sol.} = \text{sel anhydre sol.} + H^2O \text{ sol.} + Q.$$

» Toutes les déterminations ayant été faites dans les mêmes conditions de température et de dilution, les chaleurs de formation obtenues, comparées à celles du benzoate de soude, permettent d'apprécier l'influence de l'atome de Cl, Br, I ou du groupement OH et NO^2 substitué, et de mesurer thermiquement l'accroissement de l'acidité de la molécule.

» 1° *Acides oxybenzoïques.* — L'introduction d'un oxhydrile phénolique dans la molécule benzoïque augmente l'activité chimique du carboxyle si la substitution est effectuée en position *ortho*, tandis que l'influence est très faible pour les substitutions en *méta* et *para*.

» C'est ce que montrent les chaleurs de formation de sels de soude de ces trois acides, comparées à celles du benzoate de soude.

	Cal	
Benzoate de soude	+17,40	(B.)
Ortho-oxybenzoate de soude	+19,15	(M.)
Méta-oxybenzoate de soude	+17,77	(M.)
Para-oxybenzoate de soude	+17,79	(M.)

» 2° *Acides bromobenzoïques.* — Les acides ortho et para-bromobenzoïques m'ont donné des résultats analogues :

	Cal	
Ortho-monobromobenzoate de soude	+17,99	(M.)
Para-monobromobenzoate de soude	+17,39	(M.)

» L'acide bromé en position ortho dégage $0^{Cal},59$ de plus que l'acide benzoïque,

tandis que l'acide para dégage la même quantité de chaleur; l'action du brome en position para est nulle.

» 3° *Acides chloro et iodobenzoïques.* — Je n'ai étudié que les acides ortho, les méta et para n'ayant pu être obtenus dans un état de pureté suffisant (les dosages de Cl et I à l'état de sels d'argent ne correspondaient pas exactement à un acide monosubstitué).

Ortho-monochlorobenzoate de soude.... ...	$+18^{Cal},87$ (M)
Ortho-monoiodobenzoate de soude..........	$+17^{Cal},73$ (M)

l'influence de l'atome d'halogène substitué est très nette pour le chlore, assez faible pour l'iode.

» 4° *Acides nitrobenzoïques.* — Ces acides donnent des résultats analogues, mais l'influence du groupe NO^2 est beaucoup plus considérable que celle des haloïdes et se fait encore sentir très nettement en position para.

	Cal
Ortho-nitrobenzoate de soude................	+ 20,36 (M)
Méta-nitrobenzoate de soude................	+ 19,39 (M)
Para-nitrobenzoate de soude.................	+ 19,31 (M)

» Si maintenant on compare les quantités de chaleur dégagées par les acides substitués en position ortho par des radicaux différents, et si l'on met en évidence l'augmentation de chaleur dégagée par rapport à l'acide benzoïque :

	Cal	Différence. Cal
Benzoate de soude................	+ 17,40	»
Ortho-nitrobenzoate de soude......	+ 28,39	+ 2,99
Ortho-oxybenzoate de soude.......	+ 19,15	+ 1,75
Ortho-chlorobenzoate de soude.....	+ 18,87	+ 1,47
Ortho-bromobenzoate de soude.....	+ 17,99	+ 0,59
Ortho-iodobenzoate de soude......	+ 17,73	+ 0,33

on observe qu'en position *ortho* c'est le groupe NO^2 qui détermine la plus forte augmentation de chaleur, puis vient l'oxhydrile et enfin, par ordre décroissant : le chlore, le brome et l'iode.

» En position *méta*, l'acide nitrobenzoïque dégage nettement plus de chaleur que l'*o*-benzoïque $(+2^{Cal})$; l'acide *m*-oxybenzoïque ne donne qu'une augmentation de $+0^{Cal},37$.

» Enfin en position *para* l'influence de NO^2 se fait encore sentir : $+0^{Cal},4$; l'oxhydrile OH produit la même augmentation, mais le brome n'a plus aucune action. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Passage de l'anéthol à l'acide anisique par cinq oxydations successives.* Note de M. J. **Bougault.**

« Dans une Note antérieure ([1]), j'ai déjà fait connaître les deux premiers termes de cette série d'oxydations; j'ai montré, en effet, que l'anéthol, traité par I et HgO, donne l'aldéhyde $CH^3O - C^6H^4 - CH\langle{}^{CHO}_{CH^3}$, et que ce dernier, oxydé par l'oxyde d'argent, donne l'acide correspondant $CH^3O - C^6H^4 - CH\langle{}^{CO^2H}_{CH^3}$.

» En continuant l'oxydation, on peut transformer cet acide, par le mélange chromique, en acétone $CH^3O - C^6H^4 - CO - CH^3$.

» Cet acétone, à son tour, traité par le MnO^4K, en milieu alcalin, devient l'acide-acétone $CH^3O - C^6H^4 - CO - CO^2H$.

» Enfin, le MnO^4K en milieu acide transforme facilement l'acide-acétone en acide anisique $CH^3O - C^6H^4 - CO^2H$.

» Cette suite de réactions est également fournie, avec des rendements variables, par l'isosafrol, l'isométhyleugénol, l'isoapiol, et semble bien, par suite, être caractéristique de la chaîne propénylique.

» 1. *Préparation du paraméthoxyacétophénone* $CH^3O - C^6H^4 - CO - CH^3$. — On peut l'effectuer à partir de l'acide paraméthoxyhydratropique, comme je l'ai dit plus haut, mais il est plus avantageux, au point de vue des rendements (70 pour 100 au lieu de 30 à 40 pour 100), d'employer la combinaison du bisulfite de soude avec l'aldéhyde paraméthoxyhydratropique.

» On prend 30^{gr} de cette combinaison bisulfitique, 90^{gr} de $Cr^2O^7K^2$ grossièrement pulvérisé, et l'on met le tout dans un matras avec 120^{gr} d'eau. On y verse d'abord 60^{gr} d'un mélange à parties égales d'acide sulfurique et d'eau. On chauffe doucement pour commencer la réaction; celle-ci s'effectue ensuite d'elle-même et devient très énergique. Il se produit une vive effervescence, qu'on modère si besoin est, tout en laissant à la réaction une allure assez vive.

» Dès que le dégagement gazeux se ralentit, on ajoute une nouvelle dose de 60^{gr} d'acide sulfurique dilué au $\frac{1}{2}$, puis, un peu après, une troisième dose de 60^{gr}, et on laisse la réaction s'achever d'elle-même.

» Pendant toute l'opération il se dégage une odeur très nette d'aldéhyde anisique.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, 25 juin 1900.

» Lorsque le liquide est suffisamment refroidi, on l'épuise à l'éther; ce dernier est lavé à l'eau, puis avec une solution faible de carbonate de soude pour enlever des traces d'acide anisique. Finalement, on l'évapore et l'on obtient un résidu huileux qui ne tarde pas à cristalliser.

» On purifie par traitement à l'éther de pétrole bouillant, qui le dissout et l'abandonne par refroidissement.

» J'ai identifié ce corps, par son point de fusion (38°) et le dosage de C et H, avec le paraméthoxyacétophénone obtenu antérieurement par l'action du chlorure d'acétyle sur l'anisol en présence du chlorure d'aluminium et en solution sulfocarbonée.

» 2. *Préparation de l'acide paraméthoxyphénylglyoxylique,*

$$CH^3O - C^6H^4 - CO - CO^2H.$$

Ce corps a déjà été obtenu par action de MnO^4K sur l'anéthol ([1]); on obtient en même temps de l'acide anisique, qui ne se produit pas en opérant comme je l'indique ci-dessous.

» On dissout à chaud 20gr de MnO^4K dans 300cc d'eau; on ajoute 15cc de lessive de soude, et on laisse refroidir complètement. On ajoute alors 4gr de paraméthoxyacétophénone, et on laisse en contact pendant 12 heures en agitant fréquemment.

» Au bout de ce temps on verse la liqueur, devenue verte, dans un peu de bisulfite de soude pour détruire le manganate; on filtre, on acidule par HCl et l'on agite avec de l'éther. Celui-ci, lavé à l'eau, puis évaporé, laisse comme résidu l'acide-acétone en question. (Rendement, 90 pour 100.)

» Cet acide est un peu soluble dans l'eau froide, très soluble dans l'eau bouillante, l'alcool, l'éther, peu soluble dans la benzine, presque insoluble à froid dans l'éther de pétrole, peu soluble à chaud.

» Il cristallise avec une molécule d'eau, qu'il perd en partie à la température ordinaire. Anhydre, il fond à 88°-89°. Maintenu à une température de 50° à 70°, il se sublime lentement en flocons lanugineux très légers.

» Sa solution aqueuse précipite l'azotate d'argent; le précipité se redissout à chaud. Le sel de baryum est également peu soluble à froid.

» L'identification a été faite par le point de fusion et l'analyse du sel de baryum.

» 3. *Acide anisique,* $CH^3O - C^6H^4 - CO^2H$. — Enfin, l'acide-acétone précédent, traité par une solution de MnO^4K acidulée par SO^4H^2, est oxydé instantanément à froid, avec production quantitative d'acide anisique.

([1]) Garelli, *Gazetta chimica italiani.*, t. XX, p. 693.

» Cette dernière opération termine la série des oxydations successives qui, de l'anéthol, conduisent à l'acide anisique, en permettant d'isoler quatre termes intermédiaires.

» Je résume ci-dessous les diverses étapes de cette oxydation régulière, en mettant, en regard de chaque terme, les agents qui le fournissent à partir du précédent.

(Anéthol)	$CH^3O - C^6H^4 - CH = CH - CH^3$
Par HgO et I	$CH^3O - C^6H^4 - CH\begin{cases} CHO \\ CH^3 \end{cases}$
Par Ag^2O alcalin	$CH^3O - C^6H^4 - CH\begin{cases} CO^2H \\ CH^3 \end{cases}$
Par mélange chromico-sulfurique	$CH^3O - C^6H^4 - CO - CH^3$
Par MnO^4K alcalin	$CH^3O - C^6H^4 - CO - CO^2H$
Par MnO^4K acide	$CH^3O - C^6H^4 - CO^2H$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la loi des auxochromes*. Note de M. **P. Lemoult**, présentée par M. Moissan.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 485), MM. Camichel et Bayrac énoncent la conclusion suivante : « La loi des auxo» chromes n'existe pas davantage pour les composés du triphénylméthane » que pour les indophénols ».

» Je crois que cette opinion n'est pas suffisamment justifiée; voici quelques reproductions de photographies qui montrent ce que l'on doit penser de cette loi. J'ai employé les quatre colorants suivants :

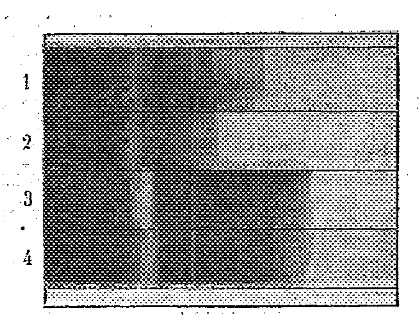
Premier groupe : 2 Azote tertiaires. { n° 1. Oxalate de tétraméthyldiamidotriphénylcarbinol,
n° 2. Sulfate de tétraéthyldiamidotriphénycarbinol.

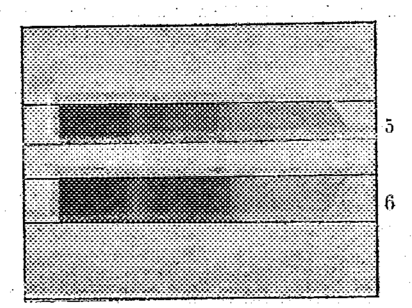
Second groupe : 3 Azote tertiaires. { n° 3. Chlorhydrate d'hexaéthyltriamidotriphénylcarbinol,
n° 4. Diméthyldiéthyldibenzyltriamidotriphénylcarbinol disulfonate de Na;

et j'ai photographié celles des radiations qu'ils laissent passer en solution aqueuse (1 molécule-gramme = 1000^{lit}) sous une épaisseur constante, l'éclairement, la durée de pose et de développement restant constants. La raie D sert de repère.

» Les épreuves 1 et 2 présentent, en allant de gauche à droite, une bande blanche, image de la bande lumineuse rouge, puis la raie D, puis une seconde bande blanche plus large, variable de l'une à l'autre; elle constitue le caractère individuel de chaque colorant.

» Les épreuves 3 et 4 présentent la même disposition.





» Si l'on examine celles des bandes qui sont à gauche de la raie D, on voit qu'elles se prolongent presque exactement sur les épreuves 1 et 2 (caractère de famille) et que, sur les épreuves 3 et 4, il en est très sensiblement de même, quoique la bande 4 déborde légèrement la bande 3. De plus, chacun de ces groupes est très nettement déplacé par rapport à l'autre. Ceci montre que la bande lumineuse rouge des spectres d'absorption des colorants du triphénylméthane occupe la même position quand ils ont 2 atomes d'azote tertiaires auxochromes, ou bien quand ils en ont 3, mais que cette position varie de l'un à l'autre cas. C'est en cela que consiste la loi des auxochromes.

L'opinion de MM. Camichel et Bayrac est basée sur l'étude photométrique de ces bandes; ils en ont conclu qu'elles commencent dans le spectre visible pour se terminer dans l'infra-rouge. Quoique leurs observations soient arrêtées à la radiation $0^{\mu},740$ environ, on doit admettre que la transparence des solutions étudiées persiste au delà de cette radiation, jusqu'à une limite inconnue qu'il serait utile de déterminer. Mais quoi qu'il en soit de cette limite, elle ne saurait avoir d'influence sur la loi des auxochromes, dont l'existence est liée à la possibilité de déterminer *pratiquement* le bord gauche (du côté de l'infra-rouge) des bandes lumineuses visibles. Voici comment j'opère pour cette détermination : le spectroscope est muni d'un réticule que l'on déplace dans la bande jusqu'à ce qu'il cesse d'être visible; on éclaire alors le micromètre resté jusque-là dans l'obscurité et on lit la division correspondante. En opérant ainsi, les solutions

dont il a été question plus haut m'ont donné, dans les conditions où elles ont été photographiées :

N° 1. Bande rouge de 4 à 30.	Moy. : 16.	N° 3. Bande rouge de 6 à 42.	Moy. : 25.
N° 2. » de 2 à 28.		N° 4. » de 6 à 46.	

Déplacement moyen.................. 9 divisions.

» La possibilité de ces déterminations ne m'est pas personnelle; je l'ai fait constater à de nombreux observateurs, et MM. Camichel et Bayrac l'ont reconnue eux-mêmes, puisqu'ils disent : « Le milieu de la bande rouge va » du côté de l'infra-rouge » (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 194), ou bien : « La bande rouge occupe une position invariable » (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 1002), et puisqu'ils ont, en outre, fixé cette position par un chiffre :

Position de la bande rouge sur le micromètre oculaire......... 28 et 29

« Nous avons trouvé comme position de la bande 40, au lieu de 28 » (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 194 et 195). Avec une approximation, sans doute, très voisine de celle qui a paru suffisante à ces observateurs pour affirmer la fixité de la bande rouge dans le cas des indophénols, on peut affirmer l'exactitude de la loi des auxochromes; j'ajoute que cette approximation a toujours été suffisante pour les applications d'ordre chimique (détermination de quelques formules de constitution) que j'ai faites et que je publierai ultérieurement.

» Mais, quoi qu'il en soit, la loi des auxochromes ne présente pas un caractère absolu, et son application est assez laborieuse; je crois être parvenu à m'affranchir de ces inconvénients par l'étude des déformations des spectres d'absorption avec la dilution.

» Si l'on dilue, par exemple, les solutions n°s 3 et 4, la largeur de la bande des radiations absorbées diminue, peu du côté rouge, plus rapidement de l'autre côté; pour une dilution convenable (de 1 mol. dans 50000^{lit} à 1 mol. dans 100000^{lit}), cette bande se fragmente en deux; les épreuves n°s 5 et 6 (durée de pose : 5 minutes au lieu de 30 minutes pour l'épreuve n° 3) représentent l'état du spectre à ce moment : une bande blanche, image du rouge, puis une première bande noire à peu près limitée par la raie D, puis une bande blanche, puis une seconde bande noire plus large et moins intense que la première, puis enfin une très large bande blanche de radiations non absorbées; l'épreuve n° 6 est faite dans les mêmes conditions avec le colorant n° 4. Si l'on dilue encore, on observe « le spectre ininter-

» rompu présentant seulement une ombre grisâtre » que j'ai déjà signalé (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 144). Cette ombre, qui caractérise ces sortes de spectres-limites, occupe la même place que la première des bandes noires dont je viens de parler. Dans le cas actuel, depuis la dilution 1 mol. = 25000^{lit} jusqu'à 1 mol. = 200000^{lit}, le maximum d'obscurité reste à la division 86; cela détermine les radiations de plus facile absorption; au delà de cette limite, l'ombre grise devient difficile à saisir. Pour un colorant du même groupe que 3, le n° 4, par exemple, quand on atteint une dilution suffisante, la bande d'absorption limite se fixe très sensiblement au même point : division 84.

» Les colorants 1 et 2 donnent lieu aux mêmes observations, mais la bande limite se fixe cette fois en une position différente, division 63 pour le n° 1 et division 60 pour le n° 2; d'un groupe à l'autre, le déplacement est très net.

» J'espère tirer de ces faits, en les généralisant, un énoncé absolu de la loi des auxochromes et se prêtant facilement aux applications de cette loi. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le naphtylol-naphtyl-oxy-naphtylméthane*

$$OH - C^{10}H^6 - CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O.$$

Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

« On l'a préparé en appliquant la réaction de Baeyer à l'aldéhyde oxynaphtoïque et au β-naphtol.

» A une solution acétique de 2 molécules de naphtol β, 1 molécule d'aldéhyde oxynaphtoïque, on a ajouté une très grande quantité d'acide sulfurique et l'on a abandonné longtemps le mélange à froid. Quand il ne s'est plus formé de cristaux on a traité par l'eau, essoré le précipité et lavé à la soude. Le produit très peu soluble dans le benzène, l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone bouillants, est très soluble dans le nitrobenzène chaud et assez soluble dans l'acétone. On a fait d'abord cristalliser dans le nitrobenzène, puis dans l'acétone. On obtient alors de beaux cristaux incolores devenant blancs par dessiccation. Point de fusion 273°.

» Ce corps possède bien la formule

$$OH - C^{10}H^6 - CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O;$$

il s'est formé d'après l'équation

$$OH - C^{10}H^6 - CHO + 2C^{10}H^7OH = OH - C^{10}H^6 - CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O + 2H^2O.$$

» L'analyse et la cryoscopie lui attribuent la formule

$$C^{31}H^{20}O^{2}.$$

» *Cryoscopie.* — Quoique très soluble à chaud dans le nitrobenzène il est trop peu soluble à froid pour être cryoscopé dans ce dissolvant. L'éther méthylique, qui possède une solubilité supérieure à 1 pour 100, a permis une détermination très approchée.

Trouvé : M = 431. Théorie pour $C^{31}H^{20}O^{2}$: M = 438.

» Quoique possédant un OH phénolique, ce corps ne se dissout pas dans les alcalis; on peut en attribuer la cause à son grand poids moléculaire; il se dissout pourtant dans les alcalis en solution alcoolique et l'eau le précipite de ses solutions.

» La preuve de l'existence de l'OH est démontrée par la formation d'un dérivé acétique, d'un éther méthylique, éthylique; enfin la synthèse de ce corps, en partant de $OH - C^{10}H^{6} - COH$, prouve bien que l'OH est phénolique (¹).

» *Éther acétique :* $CH^{3} - CO^{2} - C^{10}H^{6} - CH \langle {C^{10}H^{6} \atop C^{10}H^{6}} \rangle O$ obtenu en chauffant avec l'anhydride acétique et faisant cristalliser dans le benzène; point de fusion 285°. L'analyse a donné pour le carbone 83,34, 84,24, 84,46; la théorie exige 84,97. Pour l'hydrogène, on a trouvé 4,66, 4,8; théorie, 4,72. Le dosage de l'acide acétique a donné 12,3 pour 100; théorie, 12,87.

» *Éther méthylique :* $CH^{3} - O - C^{10}H^{6} - CH \langle {C^{10}H^{6} \atop C^{10}H^{6}} \rangle O$ obtenu par l'action de $CH^{3}I$ sur une solution alcoolique potassée, point de fusion 255°. L'analyse a donné C = 87,61; la théorie exige 87,61. Pour l'hydrogène H = 5,20; théorie, 5,02.

» *Éther éthylique :* $C^{2}H^{5} - O - C^{10}H^{6} - CH \langle {C^{10}H^{6} \atop C^{10}H^{6}} \rangle O$; point de fusion 304°.

» *Formule de constitution :* Les deux seules formules de constitution possibles

---

(¹) *Synthèse du méthoxynaphtyl-naphtyl-oxy-naphtylméthane*

$$CH^{3}O - C^{10}H^{6} - CH \langle {C^{10}H^{6} \atop C^{10}H^{6}} \rangle O.$$

Pour démontrer que l'OH est bien phénolique, nous avons, sur le conseil de M. Haller, fait réagir l'éther méthylique de l'aldéhyde oxy-naphtoïque sur le naphtol β. Nous avons obtenu le méthoxynaphtyl-naphtyl-oxy-naphtylméthane

$$CH^{3} - O - C^{10}H^{6} - CH \langle {C^{10}H^{6} \atop C^{10}H^{6}} \rangle O$$

fondant à 255°, identique au dérivé méthylique obtenu en faisant agir $CH^{3}I$ sur $C^{31}H^{20}O^{2}$ en solution potassique.

La synthèse de ce corps a eu lieu suivant l'équation

$$CH^{3} - O - C^{10}H^{6} - COH + 2C^{10}H^{7}OH = CH^{3}O - C^{10}H^{6} - CH \langle {C^{10}H^{6} \atop C^{10}H^{6}} \rangle O + H^{2}O.$$

sont les suivantes :

$C^{10}H^6—OH$ | CH | O

$C^{10}H^6—OH$ | CH | O

» On sait, en effet, que dans la condensation des aldéhydes avec les phénols le carbone aldéhydique se soude toujours avec les atomes de carbone du phénol situés en para de l'OH. Quand la position para est prise, le CH se soude avec les atomes de carbone des deux molécules phénoliques situés en ortho par rapport à l'OH. Ici il y a deux positions ortho, en α et en β. Comme dans le naphtol β, la position α voisine est celle qui entre la première en réaction; nous adoptons la première formule, qui est celle d'un dérivé du pyrane possédant une partie commune avec deux noyaux naphtaléniques et qu'on peut dénommer *naphtylol-dinaphtopyrane.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du zinc sur le dibromure et le diiodure de tétraméthylène.* Note de M. l'abbé **J. Hamonet**, présentée par M. Georges Lemoine.

« Le triméthylène est le premier terme, le prototype d'une famille très intéressante, mais dont on connaît fort peu de membres. Après lui, on a cité le pentaméthylène, l'hexaméthylène ou hexahydrobenzène et ses homologues supérieurs, mais sans que l'on ait démontré nettement quelle analogie existerait entre eux. Jusqu'ici, malgré de nombreuses recherches, le tétraméthylène n'a pas été obtenu; on ne pouvait même en espérer la synthèse par la méthode directe : action d'un métal sur le butane dihalogéné en 1.4, puisque ce dernier n'avait pas été préparé. C'est avec le désir de combler cette lacune que j'ai entrepris la préparation du dibromobutane 1.4 et du diiodobutane 1.4, dont j'ai rendu compte ici même [1].

» On conçoit en effet qu'en enlevant l'iode ou le brome à $C^4H^8I^2$. 1.4 ou $C^4H^8Br^2$. 1.4 on puisse espérer la production du tétraméthylène. D'après l'hypothèse et les calculs de M. Ad. Bayer [2], une chaîne formée de quatre chaînons CH^2 devrait se fermer plus facilement et être ainsi plus stable

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 346.
[2] *Berichte*, t. II, p. 2279; 1885.

que la chaîne triméthylénique. On va voir cependant que, dans les conditions où celle-ci s'obtient, celle-là ne se forme pas.

» *Action du* $C^4H^8Br^2$.1.4 *et du* $C^4H^8I^2$.1.4 *sur le sodium, sur le zinc en présence de l'alcool.* — Si l'on fait tomber goutte à goutte soit le dibromobutane, soit le diiodobutane sur du sodium en fils contenu dans un ballon, une vive réaction ne tarde pas à se déclarer, et peut même devenir explosive. La masse charbonne, d'abondantes fumées se dégagent, et le gaz recueilli est très riche en hydrogène. Si l'on ajoute au butane dihalogéné du benzène, du toluène, du xylène, le sodium n'agit plus, même à la température d'ébullition de ces liquides. Ces expériences préliminaires me forcèrent d'abandonner la réaction de Freund pour employer celle de Gustavson.

» J'ai donc fait agir le dibromobutane et le diiodobutane sur le zinc en poudre en présence d'alcool à 75°, à 80°, à 95°, à la température d'ébullition. La réaction n'est pas très vive; il se dégage un gaz hydrocarboné, dont une faible quantité seulement est absorbable par le brome, 10 pour 100 environ, même en employant un excès de brome, suivant les recommandations faites par M. Berthelot pour le traitement du triméthylène (1).

» Ce gaz contient en outre 20 à 30 pour 100 d'hydrogène ; le reste se condense dans le mélange de glace et de sel en un liquide bouillant à + 1°, de densité égale à 0,606. Les nombres que fournit ce dernier, soit à l'analyse eudiométrique, soit à l'analyse à la grille, correspondent bien à ceux que donnerait le butane : C pour 100 trouvé, 81,2 ; calculé, 82,7 ; H pour 100 trouvé, 16,65 ; calculé, 17,2. Les différences entre les quantités trouvées et les quantités théoriques s'expliquent très bien par ce fait que le butane est très facilement absorbé par le caoutchouc. Une petite partie de substance a pu se perdre ainsi à la jonction de l'ampoule et du tube à combustion.

» Ainsi le diiodobutane et le dibromobutane ont été tout simplement hydrogénés. Il convient de rapprocher de cette expérience celle de MM. Zélinsky et Namounof qui, en traitant de la même façon l'hexane diiodé en 2.5. $CH^3\,CHI\,CH^2\,CH^2\,CHI\,CH^3$, ont obtenu non le diméthyltétraméthylène, qu'ils pouvaient espérer, mais uniquement l'hexane normal (2).

» *Action du diiodobutane* 1.4 *et du dibromobutane* 1.4 *sur le zinc seul.* — Pour éviter l'action hydrogénante de l'alcool, la suppression de ce corps était tout indiquée. J'essayai donc de faire réagir le zinc seul sur le butane dihalogéné. Je pouvais espérer soit du zinc tétraméthylène, soit du tétraméthylène, soit les produits de sa décomposition ou de sa transformation.

Dans un petit ballon muni de deux tubes, dont l'un devait faire fonction de baromètre et l'autre permettait de faire le vide, on a mis un excès de poudre de zinc et 2^{gr} de diiodobutane. L'appareil a été rempli d'acide carbonique, puis on a fait le vide, et enfin le ballon a été fermé à la lampe. Quand on chauffe le ballon ainsi disposé, la réaction ne tarde pas à se produire ; elle devient d'autant plus vive

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XII, p. 297; 1877, et 7e série, t. XX, p. 31 ; 1900.

(2) *Journ. Soc. phys. chim. R.*, t. XXXI, p. 9 ; 1899.

que la température est plus élevée. Un gaz se dégage, mais il n'est pas liquéfiable dans le mélange de glace et de sel, comme devrait l'être le tétraméthylène. N'y a-t-il pas à craindre que le tétraméthylène, en supposant qu'il ait été produit suivant l'équation

$$ICH^2CH^2CH^2CH^2I + Zn = ZnI^2 + (-CH^2-CH^2-CH^2-CH^2-),$$

n'ait été transformé en un autre corps par l'action de l'iodure de zinc? En effet, M. Berthelot a montré que le *triméthylène chauffé en présence de chlorure de zinc se transforme en propène* $CH^3-CH=CH^2$ (1). Pour éviter pareil changement, un second appareil fut disposé comme le premier et laissé *à la température du laboratoire* (12° *à* 16°). Au bout de quelques jours, le niveau du mercure commença de baisser lentement, puis la réaction marcha un peu plus vite, et enfin il se fit un dégagement d'environ 4cc à 6cc de gaz par jour.

» Ce gaz ne se liquéfie pas non plus dans le mélange de glace et de sel. Il est tout absorbable par le brome. A l'analyse il donne des nombres correspondant à ceux de l'éthylène. Pour plus de sûreté nous l'avons transformé en bromure. Celui-ci bout à 131° et fournit par le cyanure de potassium de l'acide *succinique*. C'est donc bien de l'*éthylène*.

» Ainsi cette chaîne si parfaitement symétrique, composée de quatre groupes ($-CH^2-$), qui devait, d'après les théories de M. Ad. Bayer, se fermer plus facilement que le triméthylène, n'a pu subir la moindre flexion sans se rompre, même *à la température ordinaire*. Je ne sais si l'on peut citer *un cas plus remarquable d'instabilité moléculaire*.

» Avec le dibromure 1.4 et le zinc, la réaction est semblable, mais elle se fait plus lentement.

» Je poursuis l'étude de la décomposition du butane dihalogéné en 1.4 par d'autres métaux. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur certaines causes de variation de la richesse en gluten des blés*. Note de MM. **Léo Vignon** et **F. Couturier**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« L'étude de la variation de la teneur des blés en gluten présente un intérêt de premier ordre, que justifie, du reste, la nécessité, au point de vue alimentaire, d'augmenter le gluten des blés, ou tout au moins de ne pas accroître seulement le poids total de la récolte sans se préoccuper de la richesse en gluten.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 489.

» Les expériences dont nous avons l'honneur de communiquer les premiers résultats à l'Académie ont porté sur les points suivants :

» 1° Influence des engrais azotés sur la teneur des blés en gluten ;

» 2° Influence des engrais phosphatés sur la variation du gluten ;

» 3° Étude de la variation en gluten des blés durs cultivés en dehors de leur pays d'origine.

» L'influence des fortes fumures azotées sur le rendement total en grains est depuis longtemps démontrée ; on sait aussi que le gluten augmente quand on emploie de fortes doses d'azote. Nous nous sommes proposé de déterminer dans quelle mesure se produit cet accroissement de gluten et de fixer la relation qui existe entre l'augmentation de l'azote dans l'engrais et dans le blé.

» D'autre part, nos essais ont été aussi conçus en vue de déterminer si les blés durs, qui sont en général très riches en gluten, conservent leur richesse lorsqu'ils sont cultivés en dehors de leur pays d'origine, et dans des conditions de climat et de sol différentes.

» Nous avons choisi, à cet effet, les blés d'expériences parmi les blés tendres et parmi les blés durs, les premiers étant représentés par le Goldendrop et le Riéti, les seconds par le Médéah et le Bélotourka.

» Les essais ont été commencés en 1898 au champ d'expériences de la station agronomique de Lyon, à Pierre-Bénite (Rhône).

» La terre ayant porté les récoltes a donné à l'analyse, par kilogramme :

Azote	2,10 gr
Acide phosphorique	0,46
Potasse	1,98

» Cette terre peut être considérée comme riche en azote, circonstance plutôt défavorable à nos essais.

» Les carrés d'expérience étaient au nombre de 12, chacun ayant 10^{mq} de surface. Chacune des 4 variétés de blé a été semée dans 3 parcelles A, B, C, qui ont reçu des quantités croissantes d'engrais azotés, les autres éléments fertilisants restant constants, soit, en rapportant les poids d'engrais à l'hectare :

	Azote.	Acide phosphorique.	Potasse.
A	35 kg	76 kg	50 kg
B	55	76	50
C	75	76	50

» Comme on pouvait le prévoir, les doses croissantes d'azote se sont manifestées sur les blés en herbe par une hauteur de plus en plus grande des tiges dans les carrés A, B, C. Les récoltes n'ont pu être examinées au point de vue du rendement en poids,

en raison de la petite surface cultivée, et de l'irrégularité dans la levée des grains semés.

» Les blés de chaque carré ont été transformés en farine avec un moulin de meunerie permettant d'opérer sur de petites quantités de blé et donnant une farine blutée à 70 pour 100 environ.

» Le gluten, séché à 100°, a été dosé dans ces farines par le procédé du nouet et l'azote total par la méthode Kjeldahl. On a de plus calculé la matière azotée d'après la teneur en azote, et il y a sensiblement concordance entre le gluten trouvé et le gluten calculé :

	Azote pour 100 du grain.			Gluten pour 100 calculé.			Gluren pour 100 trouvé.		
	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Goldendrop.	2,23	2,39	2,47	13,93	14,93	15,43	14,70	15,30	15,69
Riéti.......	1,84	1,92	1,98	11,50	12,06	12,37	11,91	12,21	12,50
Bélotourka..	2,45	2,52	2,80	15,35	15,75	17,50	15,46	15,99	17,61
Médéah.....	2,52	2,66	2,65	15,75	16,62	16,68	16,00	16,80	16,84

» De ces résultats on peut tirer les conclusions suivantes :

» L'augmentation de la richesse du grain en gluten croît très lentement pour des augmentations notables d'engrais azotés, et il ne paraît pas que, au point de vue de la pratique agricole, il y ait lieu d'accroître les engrais azotés au delà d'une certaine limite assez rapidement atteinte. Dans le cas qui nous occupe, cette limite ne peut être déduite des expériences, le terrain employé présentant une richesse initiale en azote assez forte pour diminuer l'intensité d'action des engrais azotés additionnels et masquer leur effet dans une certaine mesure.

» Dans une autre série d'expériences, nous avons cherché à déterminer l'*influence des engrais phosphatés sur la variation du gluten*. En faisant croître la quantité d'acide phosphorique, toutes les autres conditions restant égales, on constate une diminution progressive dans la teneur du grain en azote.

» Les blés Goldentrop et Riéti ont été cultivés chacun sur trois parcelles A, B, C, ayant reçu respectivement 75^{kg}, 150^{kg} et 225^{kg} d'acide phosphorique par hectare.

» On a obtenu les taux d'azote suivants dans chaque blé :

	Azote.		
	A.	B.	C.
Goldendrop..............	$1^{gr},83$	$1^{gr},61$	$1^{gr},54$
Riéti....................	$2^{gr},07$	$1^{gr},98$	$1^{gr},82$

» On sait que l'acide phosphorique développe la production de l'amidon

dans le grain : cette augmentation d'amidon est corrélative d'une diminution de l'azote, et l'on doit attribuer à cette cause la diminution que l'on a constatée dans la richesse des blés en gluten depuis un demi-siècle. Millon (¹) a établi en effet que les blés récoltés dans le Nord en 1848 contenaient beaucoup de matières azotées de 10,23 à 13,02, tandis qu'aujourd'hui la proportion de gluten n'est plus que de 8,96 à 10,62. Ce ne serait donc pas dans la diminution de la richesse du sol en azote dans les cultures à grands rendements qu'il faudrait chercher la cause de la perte constatée dans la teneur des blés en azote, mais bien dans la prodigalité avec laquelle on emploie les engrais phosphatés dont on connaît bien l'influence sur l'augmentation des rendements à l'hectare.

» Nous nous proposons d'étudier la variation simultanée de l'acide phosphorique et de l'azote dans les engrais et la variation de l'azote du blé correspondant. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Conduction nerveuse et conduction musculaire des excitations électriques.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai appliqué au muscle les méthodes qui m'ont servi précédemment à étudier la conduction des excitations électriques instantanées par le nerf, méthodes dont j'ai exposé le principe à l'Académie (²). Après avoir réséqué complètement le tronc du nerf sciatique dans la cuisse et mis à nu les masses musculaires (chez la grenouille), je disposais les électrodes au contact du vaste externe et je transportais à une patte témoin, par un fil métallique et à des intervalles variables, l'onde électrique provoquée par l'excitation. Cette onde était transmise unipolairement, comme d'habitude, c'est-à-dire que le conducteur, partant d'un point du muscle, aboutissait à un point du nerf témoin, la surface de la patte correspondant à celui-ci étant mise à la terre.

» Je me suis servi successivement des trois modes d'excitation déjà indiqués : courant direct unipolaire, faradisation unipolaire et faradisation bipolaire. J'ai ainsi reconnu l'existence d'une onde électrique cheminant dans le muscle avec une vitesse pouvant varier entre 3^m et 6^m suivant les cas.

(¹) *Comptes rendus*, t. XXXVIII, p. 95.
(²) Voir *Comptes rendus*, 18 février, 11 mars, 18 mars 1901.

» Mais le point curieux sur lequel je désire appeler l'attention, c'est qu'indépendamment de cette transmission très lente on en observe en même temps une plus rapide, tout à fait analogue à la transmission nerveuse. En effet, j'ai trouvé pour la vitesse de cette onde, transmise concurremment avec la précédente, des valeurs variant entre 20^m et 29^m par seconde.

» Or dans ces expériences, comme on ne distingue à l'œil nu ou à la loupe, sur la surface du muscle mis à nu, aucun nerf caractérisé, il s'agit évidemment ici d'une transmission par les filets nerveux dissociés, très nombreux, qui se distribuent aux fibres musculaires; il est curieux de voir que ces filets, très minces, orientés dans des sens divers, et noyés pour ainsi dire dans la masse du tissu contractile, présentent les mêmes propriétés de transmission électrique que les cordons nerveux isolés et anatomiquement complets. Nous en conclurons que la vitesse en question caractérise non pas tant le nerf que la substance nerveuse en général.

» Ces recherches devront être complétées par l'étude de la transmission musculaire après section et dégénération du nerf et après l'action des substances toxiques. De même pour le nerf, un nouveau champ d'études est ouvert par ces méthodes, dont il importait avant tout d'exposer le principe. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Variation de l'acuité visuelle avec l'éclairage et l'adaptation. Mesure de la migration du pigment rétinien.* Note de M. **André Broca**, présentée par M. d'Arsonval.

« On admet en général, avec Helmholtz, qu'un gril de traits noirs sur fond blanc est distingué quand l'épaisseur d'un trait noir est de l'ordre de grandeur du diamètre d'un élément sensible de la rétine. Il faut, en effet, pour qu'on distingue deux traits clairs, que ceux-ci impressionnent deux éléments indépendants séparés par un autre non impressionné, sans cela la notion sera celle de la continuité. Il faut donc que deux traits blancs consécutifs empiètent assez peu sur un élément pour que celui-ci ne soit pas sensiblement impressionné, alors que les deux contigus le seront vivement.

» Quand on compare les données expérimentales à celles de l'Histologie, on voit que l'acuité visuelle réalisée chez les bons yeux pour un éclairage moyen (elle correspond à un angle de 1′ sous-tendu par un trait noir) donne pour dimension de l'image rétinienne $0^{mm},004$, ce qui correspond à peu près au diamètre d'un cône.

» Cette théorie rend assez difficile l'explication de la variation de l'acuité visuelle avec l'intensité lumineuse. Il faut admettre pour cela que les éléments sensibles ont des sections variables avec l'intensité lumineuse. Je pense que les phénomènes actuellement connus sont suffisants pour expliquer le fait en les joignant aux expériences suivantes, relatives à l'influence de l'adaptation sur l'acuité visuelle.

» On sait que, sous l'action d'une vive lumière, le pigment rétinien migre entre les cônes et bâtonnets, formant entre eux une couche insensible à la lumière et diminuant leur section. J'ai pensé alors que cette migration devait expliquer l'existence des acuités visuelles supérieures à 1 que l'on observe pour les hautes intensités lumineuses. Pour vérifier cette manière de voir, il fallait expérimenter dans des conditions bien nettes.

Nous savons, par les Travaux de Charpentier, que les phénomènes d'adaptation se propagent autour des points frappés par la lumière (ondulations rétiniennes de toutes natures). J'ai alors pensé que l'adaptation, et par conséquent la migration du pigment, devaient dépendre de la surface excitée de la rétine, et j'ai employé un test objet de 4^{mm} de côté comprenant 6 traits blancs et 5 traits noirs se détachant sur un fond parfaitement noir.

» Un gril en papier blanc de 4^{cm} de largeur obtenu à la machine à diviser est éclairé au moyen d'un bec Auer placé dans une lanterne, et par l'intermédiaire d'une lentille diaphragmée. Un objectif photographique en donne une image aérienne parfaite, dix fois plus petite que l'objet, qu'on règle dans le plan d'un grand écran noir percé d'un trou carré de 4^{mm}. On observe cette image aérienne en arrière de l'écran noir. Un banc d'optique sert à cet effet. Un de ses supports à bonnette fixe la position de l'œil, et en porte le verre correcteur bien exact. L'image dudit objet est réglée de manière à se trouver dans la position qu'aurait le centre optique de l'œil quand l'index du pied du support est au zéro de la graduation du banc d'optique. Dans ces conditions, quand la confusion des traits arrive pour l'œil situé à 1^{m}, l'acuité visuelle est 1, avec une erreur négligeable pour ce genre de déterminations.

» On peut mesurer l'éclat du test objet en plaçant un étalon lumineux en arrière de l'écran noir, couvrant celui-ci d'un papier blanc percé d'un trou de 4^{mm}, et déterminant la distance de l'étalon qui donne à ce papier l'éclat même de l'image aérienne du test objet. Ce même dispositif peut servir à placer l'œil qui contemple cette image dans des conditions d'adaptation variables.

» Dans ces conditions, j'ai pu étudier systématiquement l'action de l'adaptation sur l'acuité visuelle. Pour éliminer toute influence due à la variation pupillaire, les observations étaient faites avec une pupille artificielle de 2^{mm} de diamètre, diamètre inférieur à celui de ma pupille dans les conditions de l'expérience.

» J'ai alors vu que, *pour les éclairements élevés du test objet* (18 à 20 carcelmètres) *l'acuité visuelle diminuait par l'adaptation à l'obscurité.*

» L'œil observé donnait une acuité de 1,15. En plaçant un papier blanc percé d'un trou pour le test objet sur l'écran noir qui le limite, et en donnant à ce papier un éclairement de six à huit carcelmètres, l'acuité visuelle passe, en un temps que je n'ai pas encore mesuré, mais qui est assez court, à 1,4. En sortant de la chambre noire pour aller contempler le ciel vivement éclairé d'un beau jour, l'acuité visuelle immédiatement mesurée est de 1,5. En éblouissant l'œil par la contemplation directe d'une lampe à incandescence vivement poussée, l'acuité visuelle monte à 1,55.

» Il est à noter que l'éclat de l'image rétinienne est celui qui correspondrait, pour une pupille de 5^{mm}, à un éclairement de 3 carcelmètres environ du test objet, et de 1 carcelmètre environ du fond blanc.

» Si nous faisons l'expérience inverse en venant du jour, nous avons le tableau suivant :

Temps	Acuité visuelle
0′	1,54
5′	1,34
15′	1,27
25′	1,15
35′	1,15

» L'acuité visuelle atteint son minimum dans le temps voulu pour l'adaptation complète à l'obscurité, d'après les expériences de Charpentier.

» Si au contraire nous prenons l'éclairement de 3,5 carcelmètres qui donne, avec la pupille artificielle, le même éclat rétinien que l'éclairement de 0,3 carcelmètre (la pupille aurait environ 6^{mm} dans ce cas) et pour lequel j'ai l'acuité visuelle 1, correspondant, dans la théorie d'Helmholtz, aux cônes jointifs, l'acuité visuelle devient indépendante de l'état de l'adaptation.

» Si l'éclairement baisse encore, pour tomber à 1,7 carcelmètre, ce qui correspondrait, sans pupille artificielle, à l'éclairement donné par 0,08 carcelmètre environ (la pupille aurait environ 8^{mm} dans ce cas), l'acuité visuelle augmente, par l'adaptation, de 0,86 à 0,97.

» Je reviendrai ultérieurement sur les phénomènes rétiniens qui peuvent expliquer ce fait ; je veux seulement m'occuper des hautes lumières dans la présente Note.

» L'adaptation à la lumière diminue la sensibilité (destruction du pourpre rétinien), mais produit la migration du pigment. Nous voyons que

l'acuité visuelle mesurée avec pupille artificielle et petit test objet, pour des éclairements compris entre 3 et 20 carcelmètres, ne varie pour ainsi dire pas (1 à 1,15), si la rétine est obscurée. Au contraire, pour la rétine éblouie d'un vif éclat autour du test objet, ou venant d'être éblouie par une lumière vive, l'acuité visuelle atteint 1,55. J'ai pu même aller une fois à 1,70. Ceci s'explique nettement au moyen de la migration du pigment, en admettant qu'il se glisse entre les cônes pour les vives actions lumineuses une couche de pigment égale à 0,3 environ de leur diamètre normal, ou à 0,4 dans l'expérience où l'acuité visuelle était 1,7.

» Je conclurai de ces expériences : les mesures d'acuité visuelle en fonction de l'intensité n'ont de sens que si l'on connaît la grandeur du fond clair sur lequel se détache le test objet.

» La couche de pigment qui migre entre les cônes sous l'action de la lumière peut atteindre 1 ou 1,5 micron. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Courbes d'ascension thermométrique.* Note de M. S. **Leduc**, présentée par M. d'Arsonval.

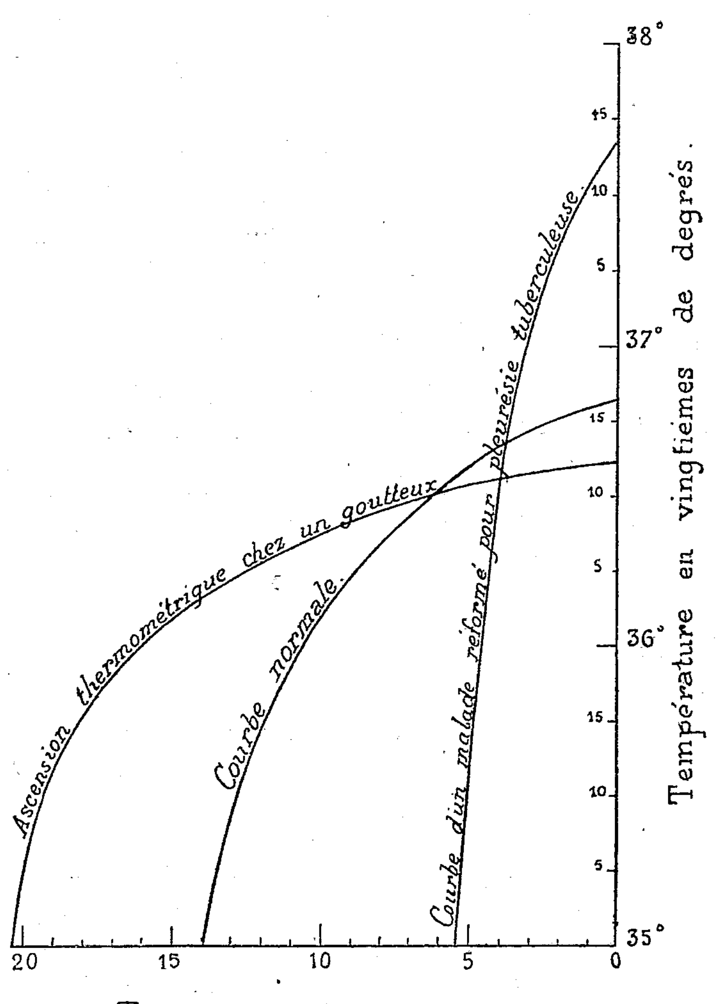
« On prend, avec un thermomètre divisé en vingtièmes de degré, la température axillaire de minute en minute, jusqu'à ce qu'elle soit devenue constante; on trace une courbe en portant les températures en ordonnées et les temps en abscisses; cette courbe représente tous les détails de l'ascension thermométrique. La différence entre deux températures, divisée par le temps de l'ascension, donne la vitesse moyenne entre ces deux températures.

» Pour une même personne, pendant la même observation, les vitesses dépendent de l'excès de la température finale sur celle considérée. *A des distances égales de la température finale, pour différents sujets, ou chez une même personne dans différentes conditions, les vitesses sont proportionnelles* AUX QUANTITÉS DE CHALEUR PERDUE PAR LES SUJETS; *à la conductibilité calorifique de la peau; ou à l'inverse de sa résistance au passage de la chaleur.*

» Ces grandeurs donnent pour le diagnostic, le pronostic des maladies, les effets du traitement, etc., des indications toujours utiles, souvent précises. On peut les rendre comparables en les multipliant par un coefficient dépendant du thermomètre, chaleur spécifique du réservoir, par exemple.

» La courbe est très sensible à toutes les influences physiologiques, pathologiques et médicamenteuses. La vitesse d'ascension diminue avec

l'âge. Elle est régulièrement très grande chez les tuberculeux, très faible chez les goutteux et les malades atteints d'ictère.



Temps comptés en minutes à partir de la température maxima.

» Nous avons trouvé comme grandeurs proportionnelles aux pertes de chaleur pendant l'ascension du dernier degré :

» 8,5 à l'état normal, moyenne de 20 obs.;
» 16 dans la tuberculose pulmonaire, moyenne de 60 obs.;
» 12 dans les tuberculoses fermées, moyenne de 20 obs.;

» 5,5 chez les goutteux, moyenne de 7 obs. ;
» 6 chez les ictériques, moyenne de 6 obs.

» Les caractères de la courbe semblent être très constants dans ces maladies. Ils permettent de découvrir des cas de tuberculose que rien ne fait soupçonner : cystite bacillaire, tuberculose vertébrale, et surtout tuberculose pulmonaire commençante. La courbe d'ascension thermométrique caractérise la prédisposition à l'invasion bacillaire.

» Chez les fébricitants, la résistance de la peau aux pertes de chaleur s'élève pendant l'ascension de la température, diminue pendant la chute.

» La plupart des antipyrétiques augmentent la conductibilité de la peau et les pertes de chaleur; ils agissent ainsi, en partie au moins, comme les applications froides.

» L'intérêt de l'étude de l'ascension thermométrique a été indiqué en 1885 par M. le professeur Grasset (*Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, Grenoble).

» Nos résultats relatifs à la tuberculose présentent une concordance remarquable avec ceux que MM. A. Robin et Binet ont obtenus par l'analyse des gaz de la respiration; les uns et les autres sont l'expression de l'augmentation des oxydations organiques.

» *En résumé :* la courbe de l'ascension thermométrique offre un moyen simple, facile et très sensible d'apprécier l'intensité des combustions organiques dans les différents états physiologiques et pathologiques. »

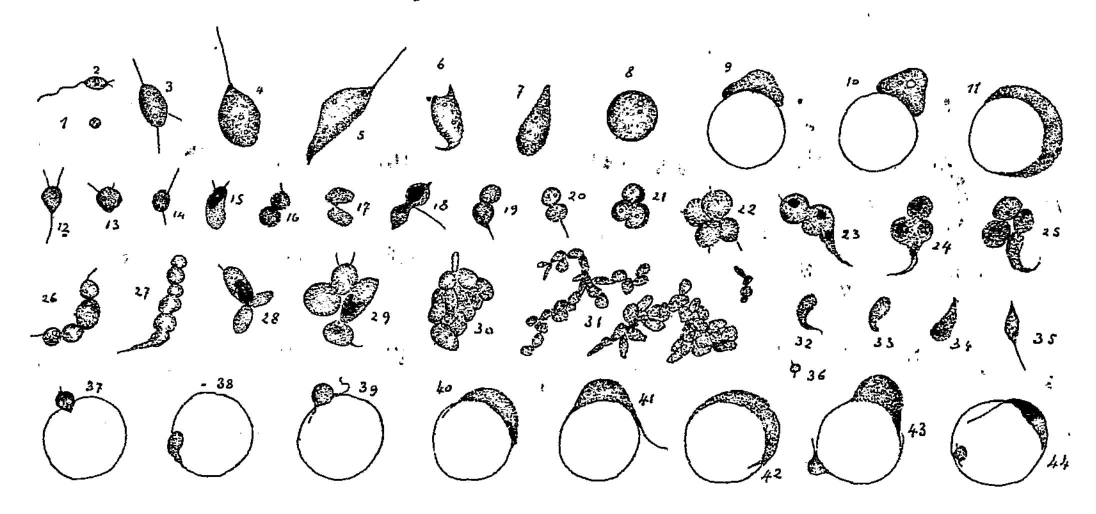
PARASITOLOGIE. — *Sur un parasite observé chez des syphilitiques*. Note de M. **H. Stassano**, présentée par M. Joannes Chatin.

« Dans la sérosité sanguinolente que l'on retire par ponction du ganglion satellite du chancre, on trouve des corps mobiles, parfois très abondants, qui dans les préparations fixées et colorées ont les caractères des infusoires flagellés du sous-groupe des monadines. Leurs mouvements, extrêmement vifs au sortir du corps humain, s'arrêtent au bout d'une heure ou deux.

» Les numéros 1 à 11 des figures ci-après représentent les formes principales qu'affectent ces infusoires dans le tissu lympathique, qui semble être leur milieu le plus favorable, puisque c'est là qu'ils atteignent leurs plus grandes dimensions avant de se multiplier.

» Ces infusoires, qu'ils soient ronds, ovoïdes ou pyriformes, sont toujours munis de

flagelles, ils en ont deux tout droits à une des extrémités, et un troisième, d'ordinaire plus long et flexueux, à l'extrémité opposée. Quelque forme qu'ils affectent, ces infusoires présentent des vacuoles; ils en ont en général deux dans les petites formes. Ils sont libres parmi les cellules et les nombreux mononucléaires du ganglion, mais il en est quelques-uns de fixés aux hématies qui traversent ce barrage lymphatique. Ces hématies à l'état frais se montrent dépourvues d'hémoglobine et celle-ci se retrouve à côté, dans les préparations, sous forme de beaux cristaux. Ces hématies parasitées pénètrent dans la circulation; mais à la première période de la syphilis leur nombre est très restreint, elles se montrent cependant moins rares dans le sang pris au niveau du premier territoire lymphatique contagionné.



» En examinant journellement le sang des syphilitiques à partir de l'accident primitif, on constate que les infusoires, qui ont jusque-là pullulé presque exclusivement dans la pléiade ganglionnaire, envahissent en grand nombre le sang. Les *fig.* 12 à 35 reproduisent fidèlement les formes que ces infusoires affectent alors dans la circulation. L'exactitude de ces dessins peut être contrôlée sur les photographies que j'ai l'honneur de soumettre à l'examen de l'Académie.

» Dans quelques-unes de ces formes je suis parvenu à mettre en évidence le noyau. A ce moment, ces flagellés présentent une phase très active de multiplication qui paraît se faire par bourgeonnement; dans la *fig.* 18, on peut voir le noyau de l'un de ces infusoires faire saillie dans le protoplasma du bourgeon. S'ils n'étaient pas doués de flagelles, on pourrait prendre pour des levures les chapelets et les autres amas que forment les nouveaux êtres issus de cette multiplication.

» Dans une phase plus avancée de la syphilis, en pleine éruption, le bourgeonnement s'arrête, les jeunes flagellés se détachent les uns des autres pour se fixer aux hématies. Les *fig.* 37 à 44 représentent les aspects différents que ces infusoires accusent dans le sang d'une jeune femme à l'apogée d'une poussée de papules et de plaques muqueuses. Ces parasites grandissent et leur forme s'allonge aux deux extrémités, ce qui leur

donne l'apparence des trypanosomes lorsque ces autres flagellés parasites se fixent de même aux hématies. La difficulté de colorer ces infusoires ne m'a pas permis de mettre nettement en évidence leur appareil nucléaire. Cependant, chez quelques-uns (*fig.* 44), j'ai pu remarquer que la moitié presque de leur corps fixe les couleurs avec plus d'intensité que l'autre. Dans la forme de monades décrite plus haut, le noyau se trouve à une des extrémités du corps dont il occupe une bonne partie.

» Malgré les nombreuses formes que j'ai pu étudier et dessiner, je ne puis encore faire complètement connaître le cycle évolutif et la morphologie du parasite. Je n'hésite cependant pas à mentionner qu'au cours de mes observations, suivies chez les mêmes malades, il ne s'est montré qu'au moment précis des exanthèmes et que sa disparition a coïncidé avec une amélioration spontanée ou due au traitement mercuriel.

» D'autre part, certains faits cliniques semblent trouver ici leur explication. Il a été constaté de la façon la plus certaine que le taux de l'hémoglobine du sang et le nombre des hématies, en particulier, diminuent à chaque poussée d'éruptions syphilitiques; la forme d'anémie qui en résulte est d'autant plus intense que la syphilis revêt des caractères plus graves.

» Aux altérations provoquées par le parasite dont il s'agit, lorsqu'il envahit la circulation, on peut rattacher l'extrême fragilité des hématies des syphilitiques que Murri a signalée, montrant à la fois que la majeure partie des hémoglobinuries paroxystiques se montre chez les syphilitiques. »

ZOOLOGIE. — *Le grand Acridien migrateur américain* (Schistocerca americana *Drury*) : *migrations et aire de distribution géographique*. Note de M. **J. Künckel d'Herculais**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Suivant une opinion généralement admise parmi les naturalistes, l'Amérique est le berceau des Acridiens du genre *Schistocerca*. Stål (1873); Brunner de Wattenwyl (1877 et 1882) prétendant que le *S. peregrina* Oliv., espèce migratrice africaine et asiatique, se trouve également en Amérique (Mexique, Montevideo, Buenos-Ayres), de Selys-Longchamps (1877) émit l'idée qu'il avait traversé l'Océan, transporté par des bourrasques pour se répandre dans l'ancien monde; S. Scudder (1878), se basant sur la rencontre au milieu de l'océan Atlantique septentrional à 1 200 milles des côtes (1865) d'un vol composé de cet Acridien, appuyait de son autorité l'hypothèse de Selys-Longchamps; C. Berg (1880) affirmait que les essaims de Sauterelles qui envahissent la République Argentine sont composés de

S. peregrina; Giglio-Tos adoptait la même opinion (1894, 1897). On ne s'étonnera pas d'après cela que le professeur Giard (1891), que S. Scudder (1899) admettent que le Criquet pèlerin est d'origine américaine.

» Il y a lieu d'être surpris que des naturalistes aussi distingués aient soutenu ou accepté cette hypothèse sans s'assurer au préalable de l'exactitude des déterminations spécifiques sur lesquelles elle était étayée, sans s'inquiéter des causes et des conséquences de l'entraînement des Acridiens migrateurs à travers les Océans.

» Nous ferons remarquer, d'une part, que les auteurs n'avaient pas à leur disposition les matériaux nécessaires pour définir les espèces; car les collections ne renferment pas des séries d'exemplaires de *Schistocerca* recueillis dans tous les pays qu'ils habitent aux différentes époques de l'année, séries qui seules permettent de connaître le degré de variabilité de chaque espèce et de préciser les caractères différentiels. Nous ferons observer, d'autre part, que les naturalistes étaient dans l'impossibilité de tenir compte des particularités que présentent les jeunes aux divers stades de leur évolution, particularités qui peuvent largement contribuer à la distinction des espèces.

» La constatation que nous avons faite de la grande variabilité des colorations et des maculatures des jeunes du *Schistocerca* de l'Amérique du Sud, dit *S. paranensis* Burm. ([1]), nous conduisait naturellement à penser que les adultes devaient offrir, indépendamment des variations de colorations saisonnières, des modifications de même nature. En effet, si l'on examine des séries de ces *Schistocerca* adultes, élevés en captivité ou capturés à l'air libre, on reconnaît que les maculatures, notamment celles des élytres, n'ont aucune fixité; il n'y a pas deux exemplaires, mâle ou femelle, qui soient semblables, il n'est pas deux individus dont les deux élytres portent des taches symétriques. D'après cela, bien que les auteurs, et même le plus récent S. Scudder, attachent assez d'importance aux maculatures de la région costale ou de la région distale des élytres pour en tirer des caractères spécifiques, on est en droit de conclure que les espèces qu'ils ont distinguées ne sont en réalité que des variétés d'une seule et même espèce. Si Scudder concède que le *S. cancellata* Serville pourrait n'être qu'une race de *S. americana,* il aurait pu pousser plus loin le sacrifice et admettre que d'autres formes sont seulement des variétés. Comparant les excellentes figures de jeunes et d'adultes de *S. americana* données par Howard, dans son travail

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXI, p. 958.

sur cet envahisseur de l'Amérique du Nord (1895), avec de nombreux échantillons à tous les âges du *Schistocerca* appelé jusqu'ici *S. paranensis,* je fus frappé des ressemblances, je priai alors le savant directeur du Service entomologique des États-Unis de me communiquer des spécimens en nature; ce qu'il fit de la meilleure grâce. De la comparaison des jeunes aux différents stades de leur évolution, de l'examen des insectes adultes, j'acquis la conviction que le *S. paranensis* Burmeister n'était autre que le *S. americana* Drury.

» Les limites de la variation à tous les stades évolutifs reconnues, il devient possible d'établir avec certitude les caractères spécifiques du *S. americana* et de préciser ceux qui le différencient du *S. peregrina,* de façon à rendre toute confusion impossible.

» Les conditions de la vie des *Schistocerca* leur permettent-elles de franchir l'océan Atlantique? Les vents régnant à l'époque des migrations peuvent-ils les porter des côtes de l'Amérique vers celles de l'Afrique? Nos études vont nous fournir les arguments propres à trancher la question.

» Lorsque les Acridiens migrateurs se déplacent, ils quittent les points où ils ont couché dans la matinée lorsque le soleil commence à réchauffer l'atmosphère; voltigeant d'abord en rasant la terre, ce n'est qu'aux heures les plus chaudes qu'ils s'élancent dans l'espace et vont constituer ces vols immenses capables de voiler le soleil; dès 3^h ou 4^h du soir, alors que celui-ci baisse sur l'horizon, ils se rapprochent du sol pour trouver l'endroit propice où ils pourront trouver leur nourriture et passer la nuit. Le soir, ils sont donc forcés d'atterrir; s'ils se sont éloignés des côtes et s'ils ont gagné le large, ils cherchent à se poser sur la crête des vagues; mais, le crépuscule survenant, ils tombent à la mer; flottant alors pendant de longues heures, soutenus par leurs ampoules trachéennes gorgées d'air, lente est leur agonie; ils ne seront bientôt plus que des corps inertes que les vagues ballotteront de ci de là.

» Les Acridiens migrateurs ne peuvent donc normalement, par un temps calme, franchir au-dessus des mers que la distance qu'ils sont aptes à parcourir dans les heures chaudes du jour; mais ces mêmes Acridiens, surpris dans leurs déplacements par des vents violents, sont parfois emportés loin des continents. C'est ainsi que le *leste* des Caboverdiens, le *levante* des Canariens, l'*harmattan* des Sénégalais, en réalité le *siroco* soufflant du sud-sud-est peut entraîner avec lui les Criquets pèlerins les portant ainsi du Sahara aux Iles du cap Vert, aux Canaries, à Madère, aux Açores (H. Drouet,

1857; Fouqué, 1873) et même jusqu'en Angleterre (octobre 1869); ce sont eux que les navigateurs ont rencontrés dans leurs traversées de l'Atlantique nord, soit tombés à la mer, soit cherchant un refuge sur leurs navires (Hans Sloane, 16 novembre 1687; navire *Georgia*, 24 novembre 1811; Otto von Kotzebue, 23 octobre 1815; Ch. Darwin, janvier 1832; brick *Levant*, 13 septembre 1839; navire *Harrisburg*, 2 novembre 1865; Steindachner, décembre 1868, etc.), se trouvant quelquefois à des centaines de kilomètres des côtes.

» Dans l'Amérique du Sud, si le *zonda*, soufflant du nord et qui est l'équivalent du *siroco* africain, vient à surprendre les Criquets américains dans leur marche descendante et à les entraîner à travers les provinces de Santa-Fé, d'Entre-Rios et l'Uruguay, il les porte vers la mer à partir de la latitude de Buenos-Aires et de Montevideo, mais il ne peut leur faire franchir des milliers de kilomètres pour les conduire sur les côtes de la Colonie du Cap sans qu'ils soient engloutis dans les flots. Il est à noter que nous ne trouvons mentionnée nulle part la rencontre de sauterelles dans l'océan Atlantique au sud de l'Équateur. Les conditions biologiques comme les courants aériens s'opposent donc au passage du *Schistocerca* de l'Amérique en Afrique.

» En résumé, de même qu'il y a dans l'ancien continent un grand Acridien migrateur, le *Schistocerca peregrina* Olivier, dont l'aire de dispersion s'étend *au-dessus* de l'Équateur, dans le nord de l'Afrique et le sud de l'Asie, de l'océan Pacifique au golfe du Bengale, il existe dans le nouveau continent un grand Acridien migrateur, le *Schistocerca americana* Drury, dont l'aire de dispersion s'étend *au-dessus et au-dessous* de l'Équateur dans l'Amérique du Nord, l'Amérique centrale et l'Amérique du Sud. »

VITICULTURE. — *Les effets de la foudre et la gélivure.* Note de MM. **L. Ravaz** et **A. Bonnet**, présentée par M. Prillieux.

« La foudre, quand elle frappe des végétaux à grand développement, les arbres forestiers, par exemple, laisse toujours des traces bien nettes de son action : fissures, déchirures ou éclats des branches et du tronc [1]. Sur la vigne conduite en souche basse ses effets immédiats sont généralement moins apparents. Il est rare qu'elle déchire ou brise en éclats les bras de la

(1) Hartig, *Neue Beobachtungen über Blitzbeschädigungen der Baüme*, 1899.

tige. Aussitôt après sa chute, rien ne distingue d'ordinaire les souches atteintes des autres; et les altérations qui se forment quelque temps après ne paraissent pas en être forcément la conséquence : il peut donc y avoir doute sur leur origine. Ce doute disparaît en partie quand on sait à la suite de quelles circonstances elles se sont produites; il n'existe plus quand les souches atteintes sont au-dessous ou dans le voisinage d'un arbre foudroyé.

» Néanmoins, nous avons tenu à reproduire expérimentalement sur la vigne les altérations si caractéristiques de la foudre que nous avons décrites il y a deux ans [1]. L'obligeant concours que notre collègue M. Houdaille nous a prêté nous a permis de réaliser le dispositif nécessaire.

» Au mois de juin dernier, quatre souches élevées en pots, mais plutôt peu vigoureuses, ont été soumises, deux d'entre elles à l'action d'étincelles électriques, et les deux autres, pendant une minute, à l'action d'un courant électrique. Après l'électrisation, elles ont été laissées à l'air libre, à côté des souches témoins, et elles ont reçu les soins de culture ordinaires.

» L'électricité statique n'a produit que des blessures superficielles et sans intérêt. Par contre, l'électricité dynamique a provoqué sur les rameaux herbacés la formation des lésions importantes qui sont indiquées dans la colonne de gauche du Tableau suivant :

Altérations produites par l'électricité dynamique.

» A l'extérieur : dessiccation et chute du sommet des rameaux; formation d'un rameau secondaire sur le nœud sain le plus élevé au-dessus des mérithalles malades; les feuilles placées sur le trajet du courant restent vivantes, quelques-unes rougissent; arrêt momentané de la croissance en diamètre de quelques parties des mérithalles, qui se colorent en rouge brun; les nœuds restent plus sains; présence de ponctuations en relief sur l'écorce et, plus tard, de crevasses profondes.

» A l'intérieur des rameaux : destruction de la moelle, du bois, des fibres péricycliques et libériennes, de l'épiderme, en un mot de tous les tissus secs; résistance

Altérations attribuées à la gélivure.

» A l'extérieur : l'altération débute toujours par le sommet herbacé des rameaux, qui sèche rapidement en s'aplatissant et en se rétrécissant fortement au niveau des nœuds; ramifications nombreuses sur les rameaux principaux au-dessus des parties malades; les feuilles restent généralement vertes; quelques-unes rougissent; altérations sur les mérithalles en bandes longitudinales ou en plaques d'un brun rougeâtre, puis d'un brun foncé, qui finissent par gagner tout le mérithalle; excoriation plus ou moins profonde de l'écorce; prolifération très abondante de ponctuations et le rameau se fend jusqu'à la couche génératrice.

---

[1] L. Ravaz et A. Bonnet, *Effets de la foudre sur la vigne* (*Ann. E. N. A. M.*, 1899).

plus ou moins marquée des tissus aqueux de l'écorce, de l'assise génératrice, qui prolifère d'abord d'une manière désordonnée et finit cependant par produire du bois et du liber normaux; formation d'îlots de tissus morts ou altérés notamment dans l'écorce, qui s'entourent d'une couche de liège ou d'un cambium qui produit du bois en dedans et du liber en dehors; éclatement de l'écorce altérée par la poussée des tissus sous-jacents; formation de crevasses plus ou moins cicatrisées. Les altérations sont toujours plus importantes au sommet qu'à la base du sarment.

» A l'intérieur des rameaux : le bois paraît desséché, on ne peut y observer aucun parasite; la moelle est réduite ou disparue; le canal médullaire est vide en partie; les éclatements intéressant toute l'écorce jusqu'au niveau de la couche génératrice sont suivis par des phénomènes de cicatrisation parfois très exagérés; il y a prolifération exagérée de la couche génératrice; la dessiccation du sarment progresse nettement du haut en bas : C'est-à-dire exactement les altérations externes et internes que nous avons décrites sur les vignes foudroyées en plein champ.

» Dans la colonne de droite du Tableau précédent, nous avons énuméré les lésions attribuées à une maladie de la vigne appelée *gélivure;* on voit qu'elles sont identiques à celles que la foudre produit. Mais dans les tissus dits atteints de gélivure, on a signalé la présence de bactéries; leur inoculation plusieurs fois répétée n'a abouti qu'à des résultats négatifs. Il faudrait donc en conclure qu'elles ne jouent aucun rôle dans la production des lésions où on les trouve. En fait, leur présence n'est pas constante, et, quand elles existent, c'est dans les tissus très altérés où, d'ailleurs, elles sont souvent remplacées par des champignons saprophytes divers. Dans les sarments foudroyés ou électrisés que nous avons étudiés il y a aussi parfois, mais non toujours, tantôt des bactéries, tantôt des champignons qui ne sont intervenus qu'après coup, et qui n'existent jamais que dans les parties complètement altérées. Leur rôle est donc nul dans la formation des altérations.

» De l'étude comparée des rameaux foudroyés naturellement et artificiellement et des rameaux dits atteints de *gélivure,* il résulte : 1° que les altérations qu'ils portent sont identiques ; 2° qu'elles sont dues uniquement à la foudre ; 3° que la gélivure doit être rayée de la liste des maladies microbiennes de la vigne. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur l'âge de la teschénite.* Note de M. **P. Choffat**, présentée par M. Michel Lévy.

« On admet généralement que les éruptions de teschénite ont eu lieu à l'époque tertiaire, mais jusqu'à ce jour on n'en avait pas de preuves directes, car les gisements de Silésie, de Moravie et du Caucase se présentent sous forme de filons dans le Jurassique ou le Crétacique, ce qui

est aussi le cas pour les gisements portugais que j'ai fait connaître avec M. J. Mac-Pherson, en 1882 ([1]). Deux années plus tard ([2]), en mentionnant la découverte d'un nouveau gisement de teschénite à Fonte-da-Bica, près de Rio-Maior, j'ajoutais : « Je ne serais pas loin de croire que l'ophite, » la teschénite et les basaltes sont le produit d'une même éruption. »

» Depuis lors, j'ai eu l'occasion d'observer de nouveaux affleurements au nord du Tage, mais ils sont aussi en filons dans le Jurassique et n'apportent pas de nouveaux documents pour en fixer l'âge. Dernièrement j'ai eu la bonne fortune de découvrir un vaste affleurement de cette roche dans la nappe basaltique des environs de Lisbonne.

» Cette nappe repose sur le Crétacique, généralement sur le Turonien, et est parfois directement recouverte par des strates marines appartenant à l'Aquitanien, tandis que sur d'autres points il y a entre deux un complexe de conglomérats avec marnes et calcaires ne contenant pas de fossiles. Elle peut donc appartenir soit à l'Oligocène, soit à l'Eocène.

» Ce manteau basaltique est formé par une alternance de tuf basaltique, de basalte compact et de marnes rouges, contenant du tuf et par places des coquilles terrestres, ne dévoilant rien quant à l'âge. Elles sont nettement stratifiées, ce qui est aussi très fréquemment le cas pour le tuf basaltique.

» Ce complexe a une puissance très variable; elle atteint 200^m à une faible distance de points où il manque complètement.

» La nappe basaltique forme un synclinal de 8^{km} de largeur entre les voûtes crétaciques de Lisbonne et de Bellas. A environ 400^m au sud de cette dernière, immédiatement au nord du hameau de Falagueiras, se trouve une petite voûte turonienne secondaire, n'ayant que 50^m de largeur sur environ 500^m de longueur, et dont les strates plongent vers le nord et vers le sud, sous des angles de 50° à 70°.

» La nappe basaltique a été plissée conjointement au calcaire, et forme une série de collines orientées de l'est à l'ouest. L'une d'entre elles, ayant à son pied le hameau de Falagueiras, présente un beau découvert.

» On peut y constater que le basalte y contient une inclusion de teschénite ayant 25^m de puissance au minimum. M. Lacroix a décrit cette roche à l'Académie, dans la séance du 7 mai 1900.

» J'ai suivi cette teschénite vers l'est, au pied des autres collines de basalte, jusqu'au delà des moulins de la Serra de S. Marco, soit sur une longueur de plus d'un kilomètre. Du côté de l'ouest, la terre végétale empêche d'observer la roche en place,

---

([1]) *Note sur les vallées tiphoniques et les éruptions d'ophite et de teschénite en Portugal* (*Bulletin de la Soc. géol. de France*, 1882, vol. X, p. 267).

([2]) *Nouvelles données sur les vallées tiphoniques et sur les éruptions d'ophite et de teschénite en Portugal* (*Jornal de Sciencias mathém.*, etc., t. XXXIX, 1884 et *Communicaçoes da Secçao dos trabalhos geologicas*, t. I, p. 121).

mais je suppose que la teschénite existe aussi sur le flanc de la colline de Penedo, car j'en ai trouvé un gros morceau isolé.

Falagueiras. Échelle 1 : 2000 hauteur et distances.

» β^1 Tuf basaltique rougeâtre, en bancs minces.

» *m* Marnes rouges, bien litées, avec intercalations de tufs. Ces marnes plongent régulièrement vers le sud sous un angle moyen de 45°, mais au contact du basalte une faille ou un glissement a produit des irrégularités.

» β^2 Basalte peu compact, sans stratification.

» β^3 Basalte stratifié, relevé verticalement, puis plongeant vers le sud sous un angle de 70° à 75°.

» β ? Roche peu consistante, à petits cristaux, paraissant être un tuf basaltique.

» θ Teschénite à grandes baguettes d'augite, en général fortement décomposé, sauf de gros blocs, plus résistants. Par places les cristaux sont petits et la roche affecte l'aspect du tuf basaltique.

» θ^1 Teschénite typique, en contact avec une roche à grands cristaux, fortement décomposée.

» $\beta ?^1$ Roche à petits cristaux, analogue à β?, stratifiée, plongeant sous un angle de 80°.

» β^4 et β^5 Basalte peu compact et tuf basaltique.

» La décomposition de la roche aux points de contact ou de passage entre la teschénite et le basalte ne me permet pas d'affirmer que ce n'est pas un filon, mais un examen attentif m'a laissé l'impression qu'il s'agit d'interstratification avec passage entre les deux roches. Cette tendance à la formation de la teschénite n'aurait existé que sporadiquement, car c'est en vain que j'ai cherché à retrouver cette roche au nord de la voûte crétacique.

» Cette absence parlerait en faveur d'un filon, mais il est possible que l'épaisseur du complexe basaltique au nord de la voûte soit plus faible que celle des strates de basalte inférieures à la teschénite; elle ne peut donc pas être prise en considération.

» Il résulte de ce qui précède que la teschénite de Falagueiras est incontestablement tertiaire. S'il s'agit d'interstratification, elle serait éocène

ou oligocène, tandis qu'elle peut être un peu plus récente s'il s'agit d'un filon, ce qui est le moins probable. »

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 25 FÉVRIER 1901.

Banque de France. Assemblée générale des actionnaires de la Banque de France du 31 janvier 1901 sous la présidence de M. G. Pallain, Gouverneur. Compte rendu, au nom du Conseil Général de la Banque, et Rapport de MM. les Censeurs. Paris, Paul Dupont, 1901; 1 fasc. in-4°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France. Liste générale des Membres de la Société arrêtée au 1er janvier 1901. Paris; 1 fasc. in-8°.

Société de Secours aux Blessés militaires des Armées de terre et de mer, Croix Rouge Française : Bulletin mensuel, 37e année, IVe série, n° 28, janvier 1901. Paris, A. Lahure; 1 fasc. in-8°.

Monthly pilot Charts of the North Atlantic and Mediterranean 1901 ; january. Londres, Meteorological Office; 1 feuille, format colombier.

Jahrbücher der K. K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus; Jahrgang 1898, Bde XXXV u. XXXVI, 1e Theil. Vienne, 1900; 2 fasc. in-4°.

Veröffentlichung der K. Wurtemb. Kommission für die internationale Erdmessung; IV. Heft. Stuttgart, 1901; 1 fasc. in-4°.

Die Elemente des Erdmagnetismus und ihre saecularen Aenderungen während des Zeitraumes 1550 *bis* 1915, von Dr H. FRITSCHE; Publication III, Saint-Pétersbourg, 1900; 1 fasc. in-8°.

The Quarterly Journal of the Geological Society; vol. LVII, part 1, february 1901. Londres, 1 fasc. in-8°.

Wisconsin Geological and natural History Survey; bul. n° V, Educational Series, n° 1. Madison, Wis., 1900; 1 fasc. in-8°.

Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College; vol. XXXVIII, Geological Series, vol. V, n° 1. Cambridge, Mass.; 1900; 1 fasc. in-8°.

Transactions of the American Mathematical Society; vol. II, number 1, january 1901. Lancaster, Pa.; 1 fasc. gr. in-8°.

Rendiconto dell' Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche; serie 3ª, vol. VII, fasc. 1, gennaio 1901. Naples; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 MARS 1901.

Les Phénomènes électriques et leurs applications; étude des transformations de l'énergie électrique, par HENRY VIVAREZ. Paris, G. Carré et C. Naud, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Traité théorique et pratique d'Électrométallurgie, par ADOLPHE MINET. Paris, Ch. Béranger, 1901; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Mascart, pour le Concours du Prix Gaston Planté.)

Les Unités de la Force..., par AD. GADOT. Paris, impr. L. Brou, 1900; 1 fasc. in-8°.

État ancien du littoral Gascon, par SAINT-JOURS. Bordeaux, impr. G. Gounouilhou, 1901; 1 fasc. in-16. (Hommage de l'Auteur.)

Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France, t. LXI, n° 1, année 1901. Paris, Chamerot et Renouard; 1 fasc. in-8°.

Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France; 6e série, 54e année, n° 1; Bulletin de janvier 1901. Paris; 1 fasc. in-8°.

Excursion géologique dans le Nord de la Russie. Sur les fouilles de 1899 *de débris de Vertébrés dans les dépôts permiens de la Russie du Nord*, par V. AMALITZKY. (Exposé fait à l'Assemblée générale de la Soc. Imp. des Naturalistes à Saint-Pétersbourg, le 28 décembre 1899.) S. l. n. d.; 1 fasc. in-8°.

Asie centrale, Chine septentrionale et Nan-Shan, ... par V.-A. OBROUTCHEF; t. II. Saint-Pétersbourg, 1901; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

The distribution of rainfall over the land, by ANDREW-J. HERBERTSON. Londres, John Murray, 1901; 1 fasc. in-8°.

On the results of a Deep-Sea sounding Expedition in the North Atlantic during the summer of 1899, by R.-E. PEAKE. Londres, J. Murray, 1901; 1 fasc. in-8°.

Quatre opuscules *sur la Physiologie*, par E. CRISAFULLI. Naples et Palerme, 1900; 4 fasc. in-8°.

Synopsis of a Treatise on Atoms and Energies, by D.-A. MURRAY. S. l. n. d.; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Les Faux en écriture et la Photographie au service de la Justice, communication faite au 4e Congrès international de Chimie appliquée tenu à Paris le 23 juillet 1900, par STÉPHANE MINOVICI. Bucarest, 1900; 1 fasc. in-8°.

Bergens Museum. Aarsberetning for 1900. Bergen, 1901; 1 fasc. in-8°.

Histoire de l'Observatoire de Physique central pour les premières 50 *années de son existence,* 1849-1899, par le directeur M. RYKATCHEW; 1re partie. Saint-Pétersbourg, 1900; 1 vol. in-4°.

Annales de l'Observatoire de Physique central Nicolas, publiées par M. RYKATCHEW; année 1898, 1re et 2e Parties. Saint-Pétersbourg, 1899; 2 vol. in-4°.

Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg, Classe physico-mathématique; vol. VIII, n° 8; vol. IX, n°s 3 et 7. Saint-Pétersbourg, 1899-1900; 3 fasc. in-4°. (*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 18 mars 1901.)

Note de M. *de Forcrand,* Vaporisation et hydratation du glycol éthylénique :

Page 689, ligne 26, *au lieu de* au moins un hydrure, *lisez* au moins un hydrate.

Page 690, Note au bas de la page, ligne 2, *au lieu de* sont les densités du glycol, *lisez* sont les chaleurs de dissolution du glycol.

Note de M. *P. Vignon,* Sur l'histologie de la branchie et du tube digestif, chez les Ascidies :

Page 716, ligne 2, *au lieu de* globules sanguins non amiboïdes, *lisez* éléments sanguins non sphériques.

N° 12.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 25 mars 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 12.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS

1901

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 13 (1er Avril 1901).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er AVRIL 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance du lundi 8 avril sera remise au mardi 9.

M. **Émile Picard** fait hommage à l'Académie de la seconde édition du Tome I de son « Traité d'Analyse », et de la Leçon qu'il a faite à la Sorbonne, le 2 mars dernier, sur « l'Œuvre scientifique de Charles Hermite ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Francœur pour 1901. — MM. Jordan, Poincaré, Picard, Appell, Maurice Levy.

Commission chargée de juger le concours du prix Poncelet pour 1901. — MM. Picard, Poincaré, Appell, Jordan, Maurice Levy.

Commission chargée de juger le concours du prix extraordinaire de six mille francs pour 1901. — MM. Guyou, de Bussy, Bouquet de la Grye, de Jonquières, Hatt.

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Mécanique) pour 1901. — MM. Maurice Levy, Sarrau, Léauté, Boussinesq, Sebert.

CORRESPONDANCE.

M. P. Sabatier, élu Correspondant pour la Section de Chimie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. Charbonnier adresse, de Tien-Tsin, des remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Une proposition générale du Calcul des probabilités.* Note de M. A. Liapounoff.

« Dans une Note que j'ai publiée, il y a deux mois, dans les *Comptes rendus* (21 janvier 1901), j'ai énoncé une proposition constituant une certaine généralisation du théorème qui faisait l'objet de mon Mémoire inséré dans le *Bulletin de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. XIII. Depuis, en continuant mes recherches dans la même voie, je suis parvenu à un résultat encore plus général. C'est ce résultat que je me propose de communiquer dans la présente Note.

» Soit

$$x_1,\quad x_2,\quad x_3,\quad \ldots$$

une suite indéfinie de variables indépendantes réelles, dont les valeurs sont dues au hasard. En désignant par

$$\begin{gathered}\alpha_1,\quad \alpha_2,\quad \ldots,\\ a_1,\quad a_2,\quad \ldots,\\ d_1,\quad d_2,\quad \ldots\end{gathered}$$

les espérances mathématiques respectivement de

$$\begin{array}{lll} x_1, & x_2, & \ldots, \\ (x_1 - \alpha_1)^2, & (x_2 - \alpha_2)^2, & \ldots, \\ |x_1 - \alpha_1|^{2+\delta}, & |x_2 - \alpha_2|^{2+\delta}, & \ldots, \end{array}$$

δ étant un nombre *positif* quelconque, on aura la proposition suivante :

» *Toutes les fois qu'il existe des valeurs fixes de* δ *pour lesquelles le rapport*

$$\frac{(d_1 + d_2 + \ldots + d_n)^2}{(a_1 + a_2 + \ldots + a_n)^{2+\delta}}$$

tend vers zéro, lorsque n croît indéfiniment, la probabilité des inégalités

$$z_1 < \frac{x_1 - \alpha_1 + x_2 - \alpha_2 + \ldots + x_n - \alpha_n}{\sqrt{2(a_1 + a_2 + \ldots + a_n)}} < z_2,$$

z_1 *et* $z_2 > z_1$ *étant des nombres donnés quelconques, tendra, pour* $n = \infty$, *vers la limite*

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{z_1}^{z_2} e^{-z^2} dz,$$

et cela uniformément pour toutes les valeurs de z_1 *et* z_2.

» On voit que cette proposition est beaucoup plus générale que celle de ma Note précédente; car, d'une part, le nombre δ n'est plus assujetti à la condition $\delta \leqq 1$, que j'ai introduite précédemment, et, d'autre part, au lieu des espérances mathématiques des quantités

$$|x_1|^{2+\delta}, \quad |x_2|^{2+\delta}, \quad \ldots,$$

je considère maintenant celles des quantités

$$|x_1 - \alpha_1|^{2+\delta}, \quad |x_2 - \alpha_2|^{2+\delta}, \quad \ldots,$$

en introduisant d'ailleurs, dans la condition du théorème, au lieu de la plus grande parmi les espérances mathématiques

$$d_1, \quad d_2, \quad \ldots, \quad d_n,$$

leur moyenne arithmétique.

» En remettant la démonstration à un Mémoire détaillé sur ce sujet, je me bornerai ici à la remarque que la nouvelle proposition s'établit encore par la méthode dont je me suis servi dans le cas particulier considéré dans mon Mémoire cité plus haut. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation du paraboloïde général.* Note de M. SERVANT.

« Dans les *Comptes rendus* du 18 février dernier, M. Guichard donne comme nouveau le théorème suivant :

» Pour déformer le paraboloïde quelconque, il suffit d'effectuer les deux opérations suivantes :

» 1° *Trouver les éléments du déterminant* D, *ce qui revient à la recherche des surfaces à courbure totale constante ;*

» 2° *Intégrer le système complet* (4) (*voir* la Note citée).

» Or, dans le numéro du 19 novembre 1900, j'avais énoncé le même résultat sous une forme très peu différente, que je reproduis ici :

» Soient $\Sigma(x, y, z, it)$, $\Sigma_1(x_1, y_1, z_1, it_1)$ les coordonnées de deux surfaces à courbure moyenne constante non euclidiennes parallèles ; on aura les relations

$$Sx^2 - t^2 = a^2, \qquad Sx_1^2 - t_1^2 = a^2, \qquad Sxx_1 - tt_1 = b^2,$$

et les formules

$$(\alpha) \qquad \begin{cases} \xi = \int x\, dt_1 + x_1\, dt, \\ \eta = \int y\, dt_1 + y_1\, dt, \\ \zeta = \int z\, dt_1 + z_1\, dt \end{cases}$$

donneront un surface applicable sur le paraboloïde

$$\frac{y^2}{b^2 - a^2} + \frac{z^2}{b^2 + a^2} = 2x.$$

» .... *Les coordonnées de* Σ *et* Σ_1 *satisfont respectivement aux équations de Laplace relatives aux lignes de courbure de deux surfaces à courbure moyenne constante parallèles de l'espace ordinaire ;* par conséquent, la principale difficulté du problème de la déformation du paraboloïde est l'intégration de l'équation

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 \Theta}{\partial u\, \partial v} = \sin\Theta \cos\Theta$$

des surfaces à courbure totale constante.

» Soit Θ une solution de cette équation ; le problème se réduit alors au

suivant : Trouver quatre solutions de l'équation

$$\frac{\partial^2 x}{\partial u\,\partial v} - \frac{\partial\Theta}{\partial\alpha}\frac{\partial x}{\partial u} - \frac{\partial\Theta}{\partial u}\frac{\partial x}{\partial\beta} = 0 \qquad \left\{\begin{array}{l} u = \alpha + i\beta, \\ v = \alpha - i\beta, \end{array}\right.$$

liées par la relation

$$Sx^2 - t^2 = a^2;$$

x_1, y_1, z_1, t_1 se calculent ensuite sans quadratures.

» On peut encore raisonner comme il suit : A toute solution de l'équation (1) correspond une surface à courbure moyenne constante non euclidienne qui est complètement déterminée de forme. En effet, on voit de suite (voir la Note citée) que si l'on se donne a et b on peut calculer Δ, Δ', Δ'', et par conséquent la surface sera déterminée intrinsèquement. Pour avoir les coordonnées x, y, z, t, il faudra intégrer le système d'équations suivant, qui est dû à M. Bianchi (*Vorlesungen*, p. 625),

$$\left\{\begin{array}{l} \dfrac{\partial^2 x}{\partial u^2} = \left\{\begin{matrix}11\\1\end{matrix}\right\}\dfrac{\partial x}{\partial u} + \left\{\begin{matrix}11\\2\end{matrix}\right\}\dfrac{\partial x}{\partial v} + \dfrac{\Theta\Delta}{a^2}\xi \\ \dfrac{\partial^2 x}{\partial u\,\partial v} = \left\{\begin{matrix}12\\1\end{matrix}\right\}\dfrac{\partial x}{\partial u} + \left\{\begin{matrix}12\\2\end{matrix}\right\}\dfrac{\partial x}{\partial v} - \dfrac{\Theta}{a^2}x + \dfrac{\Theta^2\Delta'}{a}\xi \\ \dfrac{\partial^2 x}{\partial v^2} = \left\{\begin{matrix}22\\1\end{matrix}\right\}\dfrac{\partial x}{\partial u} + \left\{\begin{matrix}22\\2\end{matrix}\right\}\dfrac{\partial x}{\partial v} + \dfrac{\Theta\Delta''}{a}\xi \end{array}\right. \qquad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{1}{a}\dfrac{\partial\xi}{\partial u} = A\,\dfrac{\partial x}{\partial u} + B\,\dfrac{\partial u}{\partial v}, \\ \dfrac{1}{a}\dfrac{\partial\xi}{\partial v} = A_1\dfrac{\partial x}{\partial u} + B_1\dfrac{\partial u}{\partial v}, \end{array}\right.$$

et qui est absolument équivalent à celui de M. Guichard.

» Nous avons démontré ([1]) que l'élément linéaire des surfaces à courbure moyenne constante non euclidiennes est le même que celui des surfaces analogues de l'espace ordinaire; il en résulte facilement, pour ces surfaces, des transformations analogues à celles de Lie, Bianchi et Backlund dans l'espace ordinaire ; il en résulte des transformations pour les surfaces applicables sur le paraboloïde.

» Dans certains cas particuliers, le problème se simplifie; supposons, en particulier, que b soit nul; les surfaces Σ et Σ_1 sont alors des surfaces minima non euclidiennes et les formules (α) donnent les surfaces applicables sur le paraboloïde particulier

$$z^2 - y^2 = 2a^2 x.$$

» On peut démontrer que, de toute surface à courbure totale constante dont on sait déterminer toutes les géodésiques, on peut déduire, par des

([1]) Voir la Note du 19 novembre.

opérations qui n'exigent que des quadratures, une surface applicable sur le paraboloïde précédent. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la somme des angles d'un polygone à connexion multiple.* Note de M. **M. d'Ocagne**, présentée par M. Painlevé.

« Le théorème suivant a pour objet de permettre la vérification de la somme des angles d'un cheminement topographique quelconque.

» Quelques définitions sont nécessaires pour en rendre l'énoncé plus précis.

» Si par un point A l'on mène une demi-droite munie d'un sens, cette demi-droite est dite *antérieure* ou *postérieure* à ce point, suivant qu'un mobile la parcourant dans son sens se dirige vers le point A ou s'en éloigne.

» L'*angle* de deux demi-droites, l'une antérieure, l'autre postérieure, menées par le point A, sera, dans tous les cas, le plus petit angle dont il faudra faire tourner la demi-droite antérieure autour du point A, *dans le sens direct*, pour l'amener sur la demi-droite postérieure.

» Si l'on considère les deux demi-droites prolongeant, avec leur sens, les deux demi-droites précédentes au delà du point A, leur angle, compté suivant la définition qui vient d'être donnée, sera dit *opposé par le sommet* au précédent, et l'on voit immédiatement que *la somme de deux angles opposés par le sommet, ainsi définis, est égale à quatre droits*.

» Dans ce qui suit on considère toujours le contour d'un polygone comme parcouru dans un sens déterminé. Dès lors, pour chaque sommet, les deux côtés qui s'y rencontrent constituent, l'un, une demi-droite antérieure, l'autre, une demi-droite postérieure, et l'angle du polygone en ce sommet, pris égal à l'angle de ces deux demi-droites, est déterminé sans ambiguïté.

» Si un polygone est à *connexion simple*, c'est-à-dire si son contour ne se recoupe pas lui-même, il peut être dit *direct* ou *rétrograde* suivant que ce contour est parcouru dans l'un ou l'autre sens. On voit, en appliquant la définition donnée plus haut, que, dans le premier cas, ce sont, en tous les sommets, les angles extérieurs qui doivent être pris; dans le second, ce sont les angles intérieurs.

» Si un polygone est à *connexion multiple*, il peut être décomposé en polygones à connexion simple par le procédé suivant : Partant d'un sommet quelconque, on suit, dans le sens indiqué, le contour du polygone en

ayant soin, chaque fois qu'on arrive à un point de recoupement, de ne pas le franchir et de s'en éloigner par la demi-droite postérieure qui n'est pas dans le prolongement de la demi-droite antérieure par laquelle on l'a atteint. Lorsqu'on a fait retour au sommet d'où l'on était parti, on répète la même opération en partant du premier des points de recoupement qui n'avaient pas été franchis précédemment, et ainsi de suite jusqu'à épuisement de tout le contour du polygone. Les polygones partiels ainsi formés successivement sont tous à connexion simple, et leur nombre fait connaître l'ordre de multiplicité de la connexion du polygone total.

» Cela posé, remarquons que, si un polygone à connexion simple, de n sommets, est rétrograde, ses angles étant alors, comme on l'a remarqué ci-dessus, intérieurs, leur somme S, exprimée en angles droits, est donnée, comme on sait, par

$$S = 2n - 4.$$

» Par contre, si ce polygone est direct, ses angles étant extérieurs, leur somme est donnée par

$$S = 2n + 4.$$

» Nous dirons que -4 dans le premier cas, $+4$ dans le second, est l'*excès angulaire* du polygone considéré, et nous le représenterons dans tous les cas par $\varepsilon 4$, ε étant égal à $+1$ ou -1 suivant que le polygone est direct ou rétrograde. De cette façon, nous aurons dans tous les cas

$$S = 2n + \varepsilon 4.$$

» Prenons maintenant un polygone à connexion multiple, et décomposons-le, suivant le mode qui vient d'être indiqué, en p polygones à connexion simple. Pour ces divers polygones nous avons

$$\begin{aligned} S_1 &= 2n_1 + \varepsilon_1 4, \\ S_2 &= 2n_2 + \varepsilon_2 4, \\ &\dots\dots\dots\dots\dots \\ S_p &= 2n_p + \varepsilon_p 4. \end{aligned}$$

» Si nous faisons la somme de ces p égalités, observons d'abord que la somme $S_1 + S_2 + \ldots + S_p$ comprend d'une part la somme S des angles du polygone total, de l'autre la somme de tous les angles des polygones partiels ayant leurs sommets aux divers points de recoupement. En chacun de ces points les angles des deux polygones contigus sont opposés par le

sommet, suivant la définition donnée ci-dessus, et leur somme est égale à 4 droits. Si donc r est le nombre de ces points de recoupement, il vient

$$S_1 + S_2 + \ldots + S_p = S + 4r.$$

» En second lieu, la somme $n_1 + n_2 + \ldots + n_p$ comprend, outre les n côtés du polygone total, tous ceux de ces côtés qui passent par un point de recoupement comptés une seconde fois, ce qui donne

$$n_1 + n_2 + \ldots + n_p = n + 2r.$$

» Posant enfin

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \ldots + \varepsilon_p = \varepsilon,$$

nous conviendrons encore d'appeler $\varepsilon 4$ l'*excès angulaire du polygone total*, ε pouvant cette fois avoir une valeur entière quelconque, positive, nulle ou négative. La sommation précédente donne donc finalement, lorsqu'on supprime le terme $4r$ dans les deux membres,

$$S = 2n + \varepsilon 4,$$

c'est-à-dire que la formule écrite plus haut pour les polygones à connexion simple s'étend aux polygones à connexion quelconque moyennant la définition qui vient d'être donnée de l'excès angulaire.

» Dans les applications topographiques, les polygones à connexion multiple se présentent généralement sous forme d'une chaîne de polygones à connexion simple, chaque point de recoupement constituant un sommet commun à deux polygones partiels consécutifs. La décomposition en polygones partiels se trouve ainsi toute faite et n'exige aucune opération. D'ailleurs, ces polygones partiels sont alternativement, comme on le voit immédiatement, directs et rétrogrades. Il en résulte que l'excès angulaire du polygone total, nul lorsque les polygones partiels sont en nombre pair, est, lorsqu'ils sont en nombre impair, égal à celui du premier polygone de la chaîne (en partant de l'une ou de l'autre extrémité).

» Si l'on voulait compter les angles dans le sens rétrograde au lieu du sens direct, il n'y aurait, dans ce qui précède, qu'à permuter les ε entre les polygones directs et rétrogrades, c'est-à-dire à prendre $\varepsilon = -1$ pour les premiers et $\varepsilon = +1$ pour les seconds.

» D'une manière générale, il suffit de dire que l'on prend $\varepsilon = +1$ ou $\varepsilon = -1$, suivant que le contour du polygone est parcouru ou non dans le sens où ses angles sont comptés. »

PHYSIOLOGIE. — *Études de psycho-acoustique.* Note de M. F. **Larroque**, présentée par M. A. Cornu.

« C'est à tort que l'on a attribué le caractère incisif, mordant, du son des instruments à archet, et l'éclat du son de certains instruments de musique en cuivre, à la production de sons partiels suraigus.

» L'attaque par l'archet engendre des sons discontinus, intermittents et, par conséquent, favorables (selon ma théorie) à l'excitation nerveuse. Sous l'archet d'un fin virtuose, les intermittences du son varient conformément à une loi dont la hauteur et l'intensité du son paraissent être les éléments prépondérants. Le *tremolo digiti* rend encore plus sensible la discontinuité du son et contribue à ébranler plus fortement le système nerveux de l'auditeur.

» Pour mettre en évidence la discontinuité du son, j'ai relevé des graphiques de vibrations au moyen de résonateurs pourvus d'une fine membrane dont les oscillations étaient inscrites par un style sur un cylindre tournant enduit de noir de fumée. Ces graphiques étaient examinés à la loupe.

» Les graphiques présentent périodiquement une élongation de l'ondulation, sur l'axe des abscisses, indiquant un véritable temps d'arrêt.

» Les sons du cor (cuivré), de la trompette, du trombone, remarquables par leur éclat, produisent des graphiques analogues aux précédents et accusant la discontinuité du son. J'explique cette discontinuité de la façon suivante : Par suite du frottement de l'air contre les parois du tube, il se forme des accumulations, des maximum de pression, suivis de détente; l'écoulement de l'air devient intermittent; il suffit de multiplier les contournements en spirale du tube ou de modérer le souffle pour que les accumulations n'aient plus lieu; le son s'assourdit alors et paraît changer de timbre parce qu'il devient continu.

» Ni dans le son des instruments à archet, ni dans celui des instruments en cuivre précités, l'analyse du timbre ne révèle l'existence d'harmoniques suraigus très énergiques. Le mordant ou l'éclat du son de ces instruments, auxquels j'ajoute la voix humaine, résulte donc de la discontinuité du son (16 retards au moins par seconde).

» Donc (et ceci vient apporter une nouvelle confirmation de mes idées théoriques), c'est par ébranlement ondulatoire saccadé que le neurone est le plus énergiquement excité. »

PHYSICOCHIMIE. — *Sur les propriétés électrocapillaires de quelques composés organiques en solutions aqueuses* (1). Note de M. **Gouy**.

« Le fait que les acides oxygénés en solutions concentrées (acétique, citrique, tartrique, etc.) abaissent notablement le maximum électrocapillaire a appelé mon attention sur les effets des molécules non dissociées en ions. J'ai étudié à ce point de vue quelques composés organiques, peu ou point conducteurs, et j'ai constaté qu'ils produisent des effets électrocapillaires très sensibles, et souvent plus considérables que ceux des électrolytes les plus actifs.

» Je me bornerai ici à parler du *maximum* de la courbe électrocapillaire. La mesure peut en être faite avec la solution aqueuse pure, comparée à l'eau distillée, mais il est plus commode de prendre pour dissolvant une solution étendue d'un électrolyte, ce qui est d'ailleurs indispensable si l'on veut étudier la courbe dans son entier. J'ai fait choix de la solution centinormale (2) de sulfate de sodium. Soient H le maximum de hauteur de la colonne de l'électromètre capillaire avec cette solution, et H' le maximum après l'addition du corps organique. La différence H — H' s'est jusqu'ici montrée positive. Pour rendre comparables les mesures faites avec des tubes différents, on ramène cette différence à la valeur δ qu'elle aurait si le tube était tel que $H = 1000^{mm}$, par la formule

$$\delta = 1000 \frac{H - H'}{H}.$$

» J'ai trouvé jusqu'ici δ indépendant de l'électrolyte employé ainsi comme auxiliaire, pourvu qu'il fût très étendu, inactif par lui-même, et ne réagît pas chimiquement.

---

(1) Voir mes publications antérieures *Sur les propriétés électrocapillaires des électrolytes* (*Comptes rendus*, 1er février 1892; 25 novembre 1895; 23 juillet, 19 novembre et 3 décembre 1900, et *Journal de Physique*, 1894).

(2) Cette solution contient $\frac{1}{100}$ d'équivalent-gramme par litre. Les solutions normales dont il est question dans mes publications antérieures sont toujours rapportées à l'équivalent-gramme. Ici la concentration paraît du reste indifférente, pourvu qu'elle soit petite, mais je n'ai pas fait la vérification dans tous les cas. Il est bon que le sel soit exactement neutre et exempt de chlorures, pour la facilité des expériences.

» Le Tableau suivant, où M désigne une molécule-gramme par litre, donne les valeurs de δ pour quelques corps, à 18°.

	M.	$\frac{M}{10}$.	$\frac{M}{100}$.	$\frac{M}{1000}$.
Alcool méthylique	7	»	»	»
» éthylique	17	2	»	»
» propylique	59	7	»	»
» allylique	58	9	»	»
» amylique	»	58	6	»
Aldéhyde	16	3	»	»
Acétone	29	5	»	»
Glycérine	19	2	»	»
Érythrite	21	3	»	»
Glucose	40	24	7	»
Saccharose	54	28	12	»
Lactose	»	37	19	»
Phénol	»	78	31	5
Pyrogallol	96	66	50	»
Résorcine	»	65	34	8
Hydroquinone	»	60	30	»
Acétamide	20	4	»	»
Asparagine	»	4	»	»
Caféine	»	97	73	58
Amygdaline	»	91	71	54

» La viscosité électrocapillaire existe avec les caractères que j'ai indiqués pour les électrolytes [1], surtout avec les solutions très étendues de corps extrêmement actifs, tels que la caféine et l'amygdaline. Aux dilutions modérées, elle est nulle ou ne dure qu'une ou deux minutes, à moins qu'il n'y ait des traces d'impuretés très actives qui manifestent ainsi leur présence à l'expérimentateur. Sauf aux dilutions extrêmes, la mesure de δ est une opération facile et rapide [2], qui n'exige ni le tracé de la courbe ni des mesures électriques précises.

---

[1] Il y a viscosité électrocapillaire quand H' diminue avec le temps jusqu'à sa valeur finale. On doit faire varier à mesure la hauteur du mercure, de façon à maintenir constante la position du ménisque dans le tube capillaire.

[2] Deux précautions sont essentielles : 1° *s'assurer de la mobilité du ménisque dans le tube capillaire,* sans laquelle l'expérience ne signifie rien; 2° en mettant une solution nouvelle, nettoyer le tube capillaire en faisant monter et descendre le ménisque à plusieurs reprises, et *laissant quelques minutes ce tube plein de la solution* avant de faire la mesure.

» Cette nouvelle constante physicochimique δ paraît intéressante, en ce qu'elle a des valeurs bien différentes pour les divers corps, même isomères; la manière dont elle varie avec la dilution est aussi caractéristique. On peut donc espérer qu'elle trouvera des applications utiles.

» J'ai montré ailleurs que, avec les solutions qui dépriment le maximum, il y a nécessairement accumulation du corps dissous à la surface du mercure [1]. Ce théorème rend pour ainsi dire évidente l'existence, dans le cas actuel, de forces φ attractives s'exerçant, presque au contact, entre le mercure et les molécules dissoutes. La constante δ mesure l'effet de ces forces, qu'on doit vraisemblablement rapprocher de ce que Chevreul appelait *affinité capillaire*, plutôt que de l'affinité chimique proprement dite.

» J'espère pouvoir donner, par la suite, des résultats moins incomplets et indiquer aussi les particularités caractéristiques que montre la forme même de la courbe électrocapillaire, pour les diverses molécules organiques. »

CHIMIE. — *Sur quelques osmyloxalates*. Note de M. L. **Wintrebert**, présentée par M. Troost.

« Une Communication antérieure [2] a précisé la constitution de l'osmyloxalate de potassium $OsO^2(C^2O^4)^2K^2, 2H^2O$ et signalé l'existence des sels correspondants de sodium et d'argent. Depuis lors, j'ai pu déterminer les conditions permettant d'obtenir facilement ces deux derniers corps et j'ai formé d'autres osmyloxalates.

» 1° *Osmyloxalate de sodium* : $OsO^2(C^2O^4)^2Na^2, 2H^2O$. — Ce composé peut s'obtenir par le procédé indiqué par M. Vèzes [3] pour la préparation de l'osmyloxalate de potassium, en faisant agir à l'ébullition de l'acide oxalique sur une solution de peroyde d'osmium OsO^4 dans une lessive de soude caustique. Il est cependant préférable de traiter ce peroxyde en solution aqueuse par un mélange convenable de bioxalate de sodium et d'acide oxalique.

$$OsO^4 + 2C^2O^4NaH + C^2O^4H^2 = OsO^2(C^2O^4)^2Na^2 + 2CO^2 + 2H^2O.$$

---

(1) *Comptes rendus*, 3 décembre 1900. Un exposé plus complet va paraître au *Journal de Physique*.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 264; 23 juillet 1900.

(3) *Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, séance du 29 juin 1899.

» Dans les deux cas, la solubilité de l'osmyloxalate de sodium oblige à opérer en liqueur concentrée. En outre, les proportions des corps réagissants ne sont pas indifférentes. On doit avoir soin de prendre les quantités des corps réagissants prévues par la théorie. Dans ces conditions, après soixante heures d'ébullition, on obtient de volumineux cristaux rouge brun, d'osmyloxalate de sodium.

» 2° *Osmyloxalate d'ammonium :* $OsO^2(C^2O^4)^2(AzH^4)^2, 2H^2O$. — Ce sel aussi peut s'obtenir directement à partir du peroxyde d'osmium. Toutefois, il y aurait inconvénient à traiter la solution ammoniacale de ce corps par l'acide oxalique ; l'ammoniaque, en effet, réduit le peroxyde d'osmium en donnant l'osmiamate d'ammonium $OsO(AzO)OAzH^4$. De même le second procédé indiqué plus haut pour la préparation de l'osmyloxalate de sodium (ébullition d'un mélange de peroxyde d'osmium en solution aqueuse, de bioxalate d'ammonium et d'acide oxalique) donne lieu à une réaction trop vive : la majeure partie de l'osmium se trouve précipitée à l'état de poudre noire. L'opération réussit au contraire si l'on met en présence, dans une faible quantité d'eau, du bioxalate et du peroxyde dans les proportions requises par l'équation :

$$OsO^4 + 4C^2O^4AzH^4.H = OsO^2(C^2O^4)^2(AzH^4)^2 + C^2O^4(AzH^4)^2 + 2CO^2 + 2H^2O,$$

et si l'on n'élève pas trop la température. Après trois semaines de chauffe continue aux environs de 80°, de beaux cristaux rouge grenat d'osmyloxalate d'ammonium ont été obtenus.

» 3° *Osmyloxalate d'argent :* $OsO^2(C^2O^4)^2Ag^2$. — Si l'on verse une solution d'azotate d'argent dans une solution chaude d'un osmyloxalate alcalin, celui de potassium, par exemple, on observe simultanément les deux réactions suivantes :

$$(1) \quad OsO^2(C^2O^4)^2K^2 + 2AzO^3Ag = OsO^2(C^2O^4)^2Ag^2 + 2AzO^3K,$$

$$(2) \quad OsO^2(C^2O^4)^2K^2 + 4AzO^3Ag + 2H^2O = OsO^4H^2 + 2C^2O^4Ag^2 + 2AzO^3K + 2AzO^3H.$$

» La réaction (2) s'effectue d'autant mieux que les liquides mélangés sont à température plus élevée. On opère donc à température moyenne; par filtration, on sépare l'oxalate d'argent et l'acide osmique OsO^4H^2 formés tout d'abord; le liquide ainsi obtenu est rapidement refroidi et l'osmyloxalate d'argent se dépose bien pur en aiguilles brunes ne contenant pas d'eau de cristallisation.

» 4° *Osmyloxalate de baryum :* $OsO^2(C^2O^4)^2Ba, 4H^2O$. — Ce sel s'obtient très facilement par double décomposition. Il se présente sous la forme d'aiguilles jaune verdâtre que l'eau chaude dissout assez facilement.

» 5° *Osmyloxalate anormal de baryum :* $OsO^2(C^2O^4)^3Ba^2, 6H^2O$. — Un autre sel de baryum se prépare en ajoutant à une solution chaude et moyennement concentrée d'osmyloxalate de potassium de l'acide oxalique et du chlorure de baryum dans les proportions indiquées par l'équation

$$OsO^2(C^2O^4)^2K^2 + C^2O^4H^2 + 2BaCl^2 = OsO^2(C^2O^4)^3Ba^2 + 2KCl + 2HCl.$$

» Aucun précipité ne se produit, mais on trouve après refroidissement, dans une liqueur à peine colorée, de beaux cristaux jaune brun. Cet osmyloxalate anormal de baryum se distingue donc de l'osmyloxalate normal étudié précédemment par l'addi-

tion d'une molécule d'oxalate de baryum. Le sel normal peut d'ailleurs servir de point de départ dans la préparation du sel anormal; il suffit, en effet, d'ajouter à sa solution chaude et concentrée de l'acide oxalique et du chlorure de baryum en proportions convenables.

» 6° *Osmyloxalate de strontium* : $OsO^2(C^2O^4)^2Sr, 4H^2O$. — L'osmyloxalate de strontium peut se préparer en agitant des cristaux d'osmyloxalate d'argent avec une solution chaude de chlorure de strontium. Le liquide obtenu après séparation du chlorure d'argent est très instable; pour éviter sa décomposition il faut, par un refroidissement brusque, provoquer le dépôt du sel, recueillir aussitôt les cristaux et les dessécher rapidement. Ces cristaux forment une poudre jaune grisâtre ayant la composition indiquée ci-dessus. D'autres essais tentés à partir des osmyloxalates alcalins ont seulement fourni des mélanges d'osmyloxalate et d'oxalate de strontium.

» 7° *Osmyloxalate de calcium* : $OsO^2(C^2O^4)^2Ca, 2H^2O$. — En opérant avec le calcium, comme il a été dit pour le strontium, j'ai obtenu une poudre cristalline jaune verdâtre contenant manifestement l'osmyloxalate de calcium, mais aussi un peu d'oxalate de calcium. Bien que les conditions de l'expérience eussent été plusieurs fois variées, cette impureté n'a pu être éliminée. L'eau mère qui donne naissance à l'osmyloxalate est extrêmement instable et répand une forte odeur de peroxyde, indice d'une décomposition partielle.

» Il n'a pas été possible d'obtenir avec le strontium et le calcium des composés analogues à l'osmyloxalate anormal de baryum.

» Diverses réactions encore à l'étude nous donneront probablement d'autres dérivés de l'acide osmyloxalique; il semble donc que les osmyloxalates constituent l'une des séries les mieux caractérisées de l'osmium. »

CHIMIE. — *Sur les propriétés réductrices du magnésium et de l'aluminium.* Note de M. A. Duboin.

« *Action sur l'eau.* — On sait que le magnésium et l'aluminium réduisent presque tous les oxydes, et par conséquent un très grand nombre de ceux dont le métal, en se combinant avec l'oxygène, dégage plus de chaleur que l'hydrogène pour former l'eau. Il est donc à présumer que ces deux métaux doivent pouvoir agir énergiquement sur l'eau.

» Je signale simplement les deux expériences suivantes, qui sont très brillantes :

» 1° On mouille de la limaille de magnésium avec de l'eau, on la place dans un têt ou sur une plaque poreuse; on recouvre de magnésium sec, qu'on allume : aussitôt que la combustion arrive au contact de la partie mouillée, on a une grande flamme, extrêmement brillante, et la magnésie qui reste se présente sous forme de longs filaments.

» Ainsi, quelques gouttes d'eau peuvent remplacer les appareils nombreux que l'on emploie pour explorer les grottes, ou prendre des photographies de lieux obscurs.

» 2° On mélange, sans précaution, de l'eau et de l'aluminium porphyrisé ; on recouvre de magnésium en poudre, qu'on allume. Ici encore on a une flamme très vive et d'un éclat incomparable. L'expérience est peut-être encore plus brillante que la précédente.

» *Action de l'aluminium sur l'alumine.* — Un mélange de 4 atomes d'aluminium pour une molécule d'alumine, allumé en un point, réagit avec un très vif éclat, en donnant l'oxyde Al^2O de M. Pionchon.

» *Réductions dans l'hydrogène.* — Nous avons pu réaliser un certain nombre de réactions dans l'hydrogène.

» Nous plaçons la matière soumise à l'expérience dans un têt ou un creuset, au milieu d'une cloche pleine d'hydrogène : on enflamme en faisant arriver par un tube, au contact de la masse, une flamme d'oxygène, en prenant les dispositions employées dans les cours pour montrer que l'oxygène brûle dans l'hydrogène, par exemple l'expérience de Carl Heumann.

» Les oxydes alcalino-terreux sont réduits par le magnésium. C'est la baryte qui réussit le mieux ; aussi je me sers de baryte et de magnésium pour amorcer la plupart des réactions.

» Le magnésium mouillé, dont on amorce la réaction par le mélange précédent, brûle avec une grande flamme ; l'hydrogène s'échappe par le tube extérieur et brûle avec une flamme blanche de 20^{cm} de haut. L'expérience serait dangereuse avec de trop grandes quantités de matière.

» Il en est de même de l'aluminium. On amorce par le mélange précédent.

» *Acides borique et silicique.* — Le mélange de deux parties et demie d'acide borique anhydre, fondu et pulvérisé, avec une de magnésium, réagit dans l'hydrogène quand on le chauffe en un point.

» C'est un moyen commode d'éliminer l'action de l'air et surtout de l'azote : malheureusement l'excès d'acide borique n'est pas suffisant pour avoir, du premier coup, du bore totalement dépourvu de borure de magnésium.

» Le mélange $B^2O^3 + Al^2$ prend dans l'hydrogène, quand on l'amorce par le mélange $BaO + Mg$. C'est une des plus belles expériences, à cause de la durée, qui est assez grande.

» *Phosphate de chaux.* — Le mélange $(PO^4)^2Ca^3 + 8Mg$ brûle, comme dans l'air, avec une flamme éblouissante. Il paraît en même temps se former du phosphure d'hydrogène solide jaune, sur les parois du tube. L'expérience serait dangereuse avec de trop grandes quantités de matière.

» La masse, reprise par l'eau, dégage du phosphure d'hydrogène spontanément inflammable.

» On obtient le même résultat en opérant à l'air. Nous n'avons pas eu de combustion complète en remplaçant le magnésium par la quantité équivalente d'aluminium.

» *Chromate de potasse.* — Ayant en vue la préparation du potassium, j'ai allumé le mélange de chromate neutre de potasse $Cr^2O^7K^4$ avec $\frac{14}{3}Al$. Ce mélange, allumé

en un point, brûle en dégageant des torrents de vapeur de potassium. Mais, quand on opère dans une atmosphère d'hydrogène, une circonstance particulière empêche de recueillir le métal : ce dernier, se formant très vite, absorbe l'hydrogène au fur et à mesure de sa formation, et l'absorption fait rentrer l'air par le tube. Notre dispositif perd dans ce cas son intérêt.

» Néanmoins il nous paraît précieux dans les réactions où la présence de l'azote est nuisible, ce qui est souvent le cas, surtout quand on emploie le magnésium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la cinchonine.* Note de MM. E. Jungfleisch et E. Léger.

» En établissant l'identité de l'hydrocinchonine et de la cinchonifine, nous avons rappelé que, dans le traitement de la cinchonine par l'acide sulfurique aqueux, l'hydrocinchonine est toujours recueillie en très forte proportion (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 410). Nous nous proposons de préciser ici la teneur de la cinchonine en hydrocinchonine, de montrer que les propriétés attribuées à la cinchonine correspondent en réalité à un mélange, et enfin de rechercher quelles sont les propriétés de la cinchonine pure.

» Le sulfate basique de cinchonine employé dans nos expériences est d'origine ancienne et provient de quinquinas sauvages. Pour déterminer sa teneur en hydrocinchonine, nous en avons traité 200^{gr} par l'acide sulfurique mélangé de son poids d'eau, à 125°, puis nous avons extrait l'hydrocinchonine du mélange formé, le tout en suivant les procédés que nous avons indiqués antérieurement. Nous avons obtenu 28^{gr} d'hydrocinchonine; cette quantité correspond à 34^{gr},38 de sulfate d'hydrocinchonine à $2H^2O$, soit à 17,19 pour 100. En tenant compte des pertes inhérentes à une semblable séparation, en appréciant notamment la quantité d'hydrocinchonine retenue par l'apocinchonine, malgré des cristallisations répétées, on peut admettre que le sel primitif ne contient pas beaucoup moins de 20 pour 100 de sulfate d'hydrocinchonine, s'il n'en contient pas davantage.

» L'hydrocinchonine pure, traitée de même, n'a fourni qu'une proportion très faible de produits étrangers. Elle n'est donc pas détruite en quantité sensible par le traitement sulfurique.

» Cette teneur élevée de sulfate de cinchonine en hydrocinchonine n'est nullement exceptionnelle. Au cours de nos recherches, nous avons traité semblablement des cinchonines d'origines variées, produits commerciaux actuels ou produits existant depuis longtemps dans les collections; toujours nous avons recueilli l'hydrocinchonine en proportion considérable, supérieure parfois, apparemment, à celle qui vient d'être indiquée.

» Par oxydation au permanganate de potassium, opérée à 0°, un sulfate de cinchonine aussi chargé d'hydrocinchonine ne fournit qu'une proportion assez faible de

cette dernière base. L'hydrocinchonine est donc détruite en grande partie, même à froid, pendant l'oxydation de la cinchonine.

» Nous avons cherché à connaître la cinchonine et ses sels à un meilleur état de pureté.

» Ayant transformé en sulfate neutre un poids considérable du même sulfate basique de cinchonine initial, nous avons fait cristalliser le sel neutre dans l'eau, nous l'avons essoré, puis lavé à la trompe avec un peu d'eau; nous l'avons ensuite, après dessiccation, fait cristalliser dans l'alcool à 95 centièmes, en troublant la cristallisation; les cristaux ont été essorés, lavés à l'alcool, puis essorés de nouveau. Après avoir répété cinq fois encore le même traitement, nous avons transformé le sulfate neutre en sulfate basique, lequel a été soumis à deux cristallisations dans l'eau.

» Le sel purifié ayant été chauffé avec l'acide sulfurique dans les conditions rappelées ci-dessus, 100^{gr} ont fourni 2^{gr},05 d'hydrocinchonine. Ce chiffre correspond à 2,50 parties de sulfate d'hydrocinchonine à $2H^2O$ dans 100 parties de sel purifié. En tenant compte des pertes inévitables, nous évaluons à 3 pour 100 au moins la teneur réelle.

» D'après cela, on exprime par à peu près l'efficacité du procédé de purification en disant qu'à chaque cristallisation du sel neutre dans l'alcool, la liqueur alcoolique a éliminé un quart du sel d'hydrocinchonine existant dans le produit.

» Nous avons alors purifié de la même façon le même sel primitif, mais en portant à 10 le nombre des cristallisations du sulfate neutre dans l'alcool. En appliquant la même règle de décroissance au calcul de la teneur en hydrocinchonine du sulfate de cinchonine aussi péniblement purifié, on trouve qu'il doit renfermer encore 0,95 pour 100, soit 1 pour 100 environ de sulfate d'hydrocinchonine.

» Ce sulfate de cinchonine purifié, à $2H^2O$, n'a pas la même solubilité que le sulfate de cinchonine ordinairement décrit. Il est soluble (1 partie) dans 72,1 parties d'eau à 12°, dans 60,2 parties à 36°,5 et dans 12,9 parties à 101°. Le sel initial, contenant environ $\frac{1}{5}$ de sulfate d'hydrocinchonine, est soluble (1 partie) dans 64,1 parties d'eau à 12°, dans 55,0 parties à 36°,5 et dans 11,3 parties à 101°. Les différences s'expliquent par la solubilité propre au sulfate d'hydrocinchonine : celui-ci est soluble (1 partie) dans 37,6 parties d'eau à 12°, dans 34,8 parties à 36°,5 et dans 10,7 parties à 101°. On indique d'ordinaire que le sulfate de cinchonine à $2H^2O$ se dissout (1 partie) dans 65,5 parties d'eau à 13° (Hesse; Beilstein, *Handb. d. org. Chemie*, t. III, p. 830, 1897); ce chiffre est très voisin de celui que fournit notre produit initial, non purifié.

» La température de fusion de la cinchonine étant élevée et la matière altérable, la détermination du point de fusion donne des résultats variables,

suivant qu'on chauffe lentement ou brusquement. D'autre part, la présence de l'hydrocinchonine modifie cette température : certaines cinchonines chargées d'hydrocinchonines fondent plus haut que la cinchonine purifiée. Enfin, la cinchonine la plus pure, lorsqu'on la soumet à des cristallisations répétées dans l'alcool chaud, s'altère; les matières colorées qui se forment augmentent notablement la fusibilité des cristaux : la cinchonine à 1 pour 100 d'hydrocinchonine, soumise à des cristallisations répétées dans l'alcool chaud, a donné ainsi successivement 263°,4, 263°,0, etc.

» Pour éviter ces altérations, nous avons soumis la cinchonine la moins impure à la cristallisation fractionnée, par évaporisation à froid de sa dissolution dans le mélange de 2 volumes de chloroforme et 1 volume d'alcool; on l'obtient ainsi en fines aiguilles. Sur les premiers et les derniers cristaux recueillis, on a observé de légères variations, mais tous les produits médians fondaient à 264°,3 (corr.). Le même résultat a été fourni par une cinchonine semblablement purifiée, mais d'origine différente. Les nombreux chiffres donnés antérieurement varient entre 248° et 268°,8.

» Le pouvoir rotatoire de la cinchonine purifiée est plus fort que celui qui est admis pour la cinchonine.

» Cela s'explique par la moindre activité de l'hydrocinchonine. En dissolution dans l'alcool absolu ($p = 0,1875$, $v = 30^{cc}$, $t = 17^0$) on trouve avec elle $\alpha_D = +229^\circ,6$. Dans les mêmes conditions, M. Oudemans a indiqué $\alpha_D = +223^\circ,3$; or, pour un mélange de 1 partie d'hydrocinchonine avec 4 parties de cinchonine, observé dans les mêmes circonstances, on calcule avec nos chiffres $\alpha_D = +223^\circ,9$.

» En dissolution à 1 pour 100 dans l'eau additionnée de 4HCl par molécule de cinchonine, on trouve, à 17°, $\alpha_D = +263^\circ,4$. Pour des conditions de concentration voisines, M. Oudemans a indiqué $\alpha_D = +257^\circ,7$; or le calcul indique pour la cinchonine contenant $\frac{1}{5}$ d'hydrocinchonine, $\alpha_D = +256^\circ,3$.

» Sans voir dans ces relations autre chose qu'une indication, nous ajouterons qu'une cinchonine commerciale de même origine que le sel initial de nos expériences, après avoir subi trois cristallisations successives dans l'alcool, nous a donné, dans les conditions ci-dessus indiquées, $\alpha_D = +223^\circ,9$ en liqueur alcoolique, et $\alpha_D = 256^\circ,5$ en liqueur aqueuse chlorhydrique; ces chiffres diffèrent bien peu de ceux de M. Oudemans. Leur similitude nous a portés autrefois à prendre comme pure cette cinchonine à 20 pour 100 d'hydrocinchonine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés iodés du phénol.* Note de **P. Brenans.**

« On a déjà étudié l'action de l'iode dissous dans l'iodure de potassium, sur le phénol en solution alcaline. La présente Note a pour objet de faire connaître des résultats assez différents, obtenus au moyen des mêmes réactifs, mais dans des circonstances expérimentales différentes; j'ai obtenu, en effet, suivant les conditions adoptées, tantôt le diiodophénol

$$OH - C^6H^3 - I^2 \quad 1.2.4\ (^1),$$

accompagné du triiodophénol

$$OH - C^6H^2 - I^3 \quad 1.2.4.6\ (^2),$$

tantôt le même triiodophénol isolé. Je vais indiquer les circonstances dans lesquelles ces composés prennent ainsi naissance et faire connaître quelques-unes de leurs propriétés.

» I. Si, dans 800^{cc} de dissolution contenant $50^{gr},8$ d'iode (4 atomes) et 60^{gr} environ d'iodure de potassium, on verse, peu à peu et en agitant, $9^{gr},4$ de phénol pur (1 molécule) et $11^{gr},2$ de potasse (2 molécules) dissous dans 200^{cc} d'eau, il se dépose rapidement un précipité cristallin grisâtre; pour achever la réaction, le tout est porté vers 60°, puis abandonné pendant vingt-quatre heures. Le précipité séparé, lavé et essoré, est enfin desséché dans le vide; il pèse de 27^{gr} à 28^{gr}. Les eaux mères avec l'eau de lavage sont faiblement colorées et ne renferment que $0^{gr},35$ à $0^{gr},40$ d'iode libre; la presque totalité de l'iode a donc réagi.

» Le produit obtenu est un mélange. J'en ai séparé les composants par deux procédés. Le premier consiste à le soumettre à l'action d'un courant de vapeur d'eau; un quart de la matière se trouve entraîné; le reste, formé surtout de triiodophénol, ne se volatilise pas sensiblement dans ces conditions.

» La matière distillée est incolore et cristallisée en aiguilles; elle est presque entièrement formée par le diiodophénol 1, 2, 4, et fond à 70°-71°,5; les dernières parties distillées fondent à 65°-67°. La liqueur aqueuse, agitée avec l'éther, cède à celui-ci $0^{gr},50$ d'un corps fusible vers 60°, se colorant rapidement et paraissant être en partie un monoiodophénol.

---

(1) Neumann, *Liebig's Annalen der Chemie*, t. CCXLI, p. 71; Schall, *Berichte der deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XX, p. 3364.

(2) *Id.*; Lautemann, t. CXX, p. 307; Kekulé, t. CXXXI, p. 232; Körner, t. CXXXVII, p. 214; Schützenberger, *Jahresb. über die Fortschr. der Chemie*, p. 524; 1865.

» Le second procédé de séparation consiste à soumettre le mélange à des précipitations fractionnées, effectuées en ajoutant progressivement de l'eau à la solution alcoolique. Le triiodophénol se précipite d'abord : les derniers précipités contiennent le diiodophénol.

» II. En opérant la même réaction sur une quantité double de phénol, j'ai obtenu les mêmes composés en proportions différentes. Avec 9gr, 4 de phénol (1 mol.), 5gr, 6 de potasse (1 mol.) et 25gr, 4 d'iode (2 at.), il se forme relativement peu de triiodophénol (7gr) et beaucoup plus de phénol diiodé 1, 2, 4 (5gr, 30). Ces composés peuvent être séparés comme il a été dit précédemment.

» III. En diminuant, au contraire, la quantité de phénol employée, il se forme presque exclusivement du triiodophénol. Avec 9gr, 4 de phénol (1 mol.), 16gr, 8 de potasse (3 mol.) et 76gr, 2 d'iode (6 at.), le triiodophénol 1.2.4.6 est recueilli en quantité indiquée par l'équation

$$C^6H^5OH + 3KOH + 3I^2 = C^6H^2I^3 - OH + 3KI + 3H^2O,$$

soit 47gr environ pour les proportions citées plus haut.

» IV. On sait qu'en faisant intervenir des proportions plus fortes d'iode et d'alcali, il se forme un corps amorphe, rouge violacé, que l'on a appelé *diiodophénol-iode* (1) et considéré comme un phénol triiodé isomère du précédent.

» V. *Diiodophénol*, $OH - C^6H^3 - I^2$ 1.2.4. — Obtenu et séparé comme il vient d'être dit, ce diiodophénol peut être purifié en laissant refroidir lentement sa solution aqueuse, saturée et chaude. Il se dépose en longues aiguilles incolores, fusibles à 72°. Il est préférable cependant de soumettre la dissolution alcoolique à des précipitations successives par l'eau glacée ; le premier précipité séparé fond à 68°-69°, il est peu abondant ; les suivants fondent tous à 71°-72° et présentent la composition d'un phénol diiodé (théorie : $OH - C^6H^3 - I^2$: I = 73,41 ; trouvé : I = 73,64, 72,97, 73,61).

» Ce diiodophénol reste blanc quand il est pur ; s'il renferme des traces de dérivés monoiodés, il se colore. Un peu soluble dans l'eau, il se dissout en toutes proportions dans l'alcool, l'alcool méthylique, l'éther, l'acétone ; il est moins soluble dans la benzine, le chloroforme et surtout l'acide acétique. Le chloroforme permet de l'obtenir en belles aiguilles incolores. Vers 100° il se sublime ; il se décompose à plus haute température. Son point de fusion 71°-72° l'indique comme identique au phénol diiodé 1.2.4.

» J'ai d'ailleurs établi autrement cette identité, en préparant son *éther méthylphénylique*, $CH^3 - O - C^6H^3 - I^2$, par les méthodes ordinaires ; j'ai obtenu une huile colorée, qui a été purifiée par distillation avec la vapeur d'eau, en présence d'un peu d'acide sulfureux. Ce composé huileux distille incolore et reste émulsionné dans l'eau ; il est repris par l'éther, purifié de nouveau en précipitant par l'eau sa solution acétique, et finalement dissous dans l'alcool ou l'acide acétique ; les solutions évaporées dans le vide ont donné des lamelles fusibles à 68°-69° ; celles-ci sont iden-

---

(1) MESSINGER et VORTMANN, *Berichte der deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XXII, p. 2312.

tiques au diiodo-anisol $CH^3 - O - C^6H^3 - I^2$ 1.2.4, déjà obtenu (¹) différemment.

» J'ai préparé aussi l'*éther acétique du diiodophénol* 1.2.4, $C^2H^3O^2 - O - C^6H^3 - I^2$, par l'action de l'anhydride acétique à 125°. J'ai obtenu, après des cristallisations répétées dans l'acide acétique et dans l'alcool chauds, de longs prismes aplatis, à odeur aromatique, fondant invariablement à 70°-71°. Comme le point de fusion attribué à cet éther par Neuman (*loc. cit.*) et Vater (²) est 76°, j'ai préparé le même éther avec le phénol diiodé obtenu d'après la méthode de ces auteurs; j'ai eu des prismes incolores, identiques aux précédents, fusibles à 70°-71° et non à 76°. Les cristaux des deux origines ont donné, à l'examen cristallographique, des valeurs d'angles identiques. Les deux diiodophénols ainsi comparés sont donc un seul et même corps.

» VI. *Triiodophénol*, $OH - C^6H^2 - I^3$ 1.2.4.6. — Ce composé est séparé comme il a été dit plus haut. On le purifie par dissolution dans une lessive alcaline et précipitation par l'acide chlorhydrique.

» Sa composition est bien celle d'un phénol triiodé (théorie : $OH - C^6H^2 - I^3$, I = 80,72; trouvé : I = 80,4; 80,1; 79,98).

» Son point de fusion (156°), son odeur et toutes ses propriétés l'identifient au triiodophénol 1.2.4.6 de Lautemann. Insoluble dans l'eau, il est peu soluble dans l'alcool (1 partie dans 50 parties d'alcool à 95°) ainsi que dans l'alcool méthylique, le chloroforme, l'acide acétique et la benzine; l'éther et l'acétone sont ses meilleurs dissolvants. Il est quelque peu volatisable dans un courant de vapeur d'eau; aussi faut-il, lors de la séparation d'avec le diiodophénol, ne pas prolonger la distillation plus qu'il n'est nécessaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des éthers d'acides bibasiques sur les composés organométalliques*. Note de M. Amand Valeur.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 480) M. Behal a montré que l'action des dérivés organométalliques sur les éthers sels (réaction Wagner-Saytzeff), appliquée jusque-là aux seuls éthers formique et acétique, pouvait être généralisée. Sur ses conseils, M. Henri Masson (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 483), en partant des éthers dérivés des acides monobasiques, a réalisé par cette méthode la synthèse de toute une série d'alcools tertiaires de la série grasse; et j'ai moi-même étudié cette réaction sur les éthers d'acides bibasiques.

» L'action des dérivés organométalliques du zinc ou du magnésium sur une fonction éther sel se résume dans la transformation du groupement

$$R - CO^2C^2H^5 \quad \text{en} \quad R - C \begin{matrix} \diagup R' \\ - OH. \\ \diagdown R' \end{matrix}$$

(¹) Reverdin, *Berichte der deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XXIX, p. 990.

(²) Vater, *Liebig's Annalen der Chemie*, t. CCLXI, p. 81.

» Avec les éthers dérivés des acides bibasiques, on pouvait espérer produire deux fois cette réaction et obtenir des glycols bitertiaires.

» Mes expériences ont porté sur les premiers termes de la série : oxalate, malonate et succinate d'éthyle. J'ai fait réagir sur ces composés les iodures de magnésium-méthyle et éthyle en solution éthérée, préparés suivant la méthode indiquée par M. Grignard. J'ai suivi de tout point le mode opératoire indiqué par M. H. Masson (*loc. cit.*) pour les éthers d'acides monobasiques.

» L'action de l'iodure de magnésium-méthyle sur l'éther oxalique m'a fourni, avec de bons rendements, la pinacone dérivée de l'acétone ordinaire :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\underset{\displaystyle OH}{\overset{}{C}} - \underset{\displaystyle OH}{\overset{}{C}}\!\!<\!\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}$$

qui a été caractérisée par ses constantes et la propriété qu'elle possède de se combiner à l'eau en formant un hydrate fusible à 46°. Ce mode de production de la pinacone est intéressant, en ce qu'il permettra de préparer facilement toute une série de pinacones homologues, et d'étudier dans quelles limites est possible la transformation en pinacolines correspondantes. Je me propose de revenir sur ce sujet.

» Avec le malonate d'éthyle et l'iodure de magnésium-éthyle, j'ai obtenu un alcool non saturé $C^{11}H^{22}O$ liquide, bouillant à 177°-178° ; il est vraisemblable qu'il se forme d'abord le glycol bitertiaire

$$\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\!\!>\underset{\displaystyle OH}{C} - CH^2 - \underset{\displaystyle OH}{C}\!\!<\!\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}$$

qui se déshydrate ensuite en se transformant en l'alcool non saturé que j'ai isolé.

» Avec le succinate d'éthyle et l'iodure de magnésium-éthyle, j'ai obtenu directement un produit cristallisé qui, après recristallisation dans le benzène, fond à 70° et répond à la formule suivante :

$$\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\!\!>\underset{\displaystyle OH}{C} - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle OH}{C}\!\!<\!\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}$$

» Je me propose d'étudier les produits de déshydratation de ce glycol et de ses homologues, qui conduiront vraisemblablement à la série du tétrahydrofurfurane. Je poursuis également l'étude de cette réaction sur les éthers homologues de l'acide succinique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les composés organométalliques du magnésium.* Note de MM. **Tissier** et **Grignard**, présentée par M. Moissan.

« L'un d'entre nous a montré la facilité avec laquelle le magnésium réagit sur les dérivés halogénés des alcools, en solution dans l'éther, pour donner la combinaison $C^nH^{2n+1} - Mg - (M')$ (¹), capable, comme le zinc-méthyle, de réagir sur les divers composés organiques.

» Nous avons reconnu qu'en même temps se produit une réaction secondaire qui donne naissance à des carbures saturés, par soudure des deux groupements monovalents, C^nH^{2n+1} et formation de $Mg(M')^2$

$$2[C^nH^{2n+1}(M')] + Mg = Mg(M')^2 + C^nH^{2n+1} - C^nH^{2n+1}.$$

Le magnésium se comporte, dans ce cas, d'une façon analogue aux métaux alcalins. L'influence de cette réaction secondaire croît avec l'accumulation des atomes de carbone dans la molécule du dérivé halogéné : peu sensible dans les termes inférieurs, elle finit par égaler la réaction principale lorsqu'on arrive aux termes en C^6.

» *Action de l'eau sur les composés* $C^nH^{2n+1} - Mg - (M')$. — Les composés de la forme $C^nH^{2n+1} - Mg - (M')$, provenant de l'action principale du magnésium sur les dérivés halogénés des alcools, réagissent sur l'eau avec un dégagement de chaleur considérable et mise en liberté du carbure correspondant, suivant l'équation

$$2[C^nH^{2n+1} - Mg - (M')] + 2H^2O = C^nH^{2n+2} + Mg(M')^2 + Mg(OH)^2.$$

C'est là une méthode générale de préparation des carbures en C^nH^{2n+2}. Avec les composés halogénés à faible teneur en carbone, pour lesquels les produits de la réaction secondaire sont gazeux, et dont il est, par suite, facile de se débarrasser avant l'action de l'eau, on obtient des carbures d'une grande pureté. Le méthane et l'éthane, préparés par cette méthode, donnent à l'analyse eudiométrique des chiffres exacts et le coefficient d'absorption par l'alcool amylique est constant.

» *Préparation.* — Pour les carbures gazeux, on fait tomber goutte à goutte l'eau mélangée d'éther, dans le ballon qui contient le composé organométallique et qui est maintenu dans la glace. Après condensation au réfrigérant ascendant, les gaz qui se dégagent sont lavés dans plusieurs flacons à acide sulfurique, pour arrêter l'éther, et recueillis dans un gazomètre. Pour les carbures liquides, il suffit de décomposer le dérivé organométallique dans la glace ; après saturation du liquide par le carbonate de potassium, la couche surnageante est décantée, séchée et distillée.

(¹) M' désignant un atome de Cl, Br, I.

» L'iodure d'hexyle secondaire nous a donné l'hexane et le dihexane. Le rendement égèrement plus fort en dihexane est pour l'ensemble d'environ 95 pour 100.

» *Action des alcools.* — Les alcools, qui peuvent être considérés comme de l'eau dans laquelle un radical alcoolique a été substitué à un atome d'hydrogène, se comportent d'une manière semblable, en donnant des carbures et des composés de la forme $C^nH^{2n+1}O.Mg - (M')$, d'après l'équation

$$C^nH^{2n+1}Mg.(M') + \begin{matrix} R \diagdown \\ R' - C.O.H \\ R'' \diagup \end{matrix} = C^nH^{2n+2} + \begin{matrix} R \diagdown \\ R' - C - O - Mg - (M'), \\ R'' \diagup \end{matrix}$$

R, R', R'' représentant de l'hydrogène ou un groupement hydrocarboné monovalent.

» Les nouveaux composés organométalliques ainsi obtenus cristallisent aisément et sont à leur tour décomposés par l'eau, avec mise en liberté de l'alcool. Nous avons fait réagir ainsi sur le bromure d'éthyl magnésium : l'alcool méthylique, l'alcool amylique et le phénol.

» *Action du magnésium sur les alcools.* — De même que les alcools se comportent comme l'eau, vis-à-vis des composés que nous venons d'étudier, ils réagissent aussi comme l'eau sur le magnésium métallique, avec production d'alcoolats. L'action de l'alcool éthylique, lente à froid, n'augmente pas sensiblement à l'ébullition ; il est nécessaire d'opérer en tube scellé. L'alcool méthylique, en raison de ses trois hydrogènes groupés sur un même carbone uni directement à l'oxhydrile, devait, comme dans l'éthérification, offrir une vitesse d'attaque beaucoup plus grande, et en effet le magnésium réagit sur l'alcool méthylique très rapidement à froid. (Si l'on n'a pas soin de refroidir fortement dès que la réaction s'amorce, elle se produit avec une vivacité telle qu'il y a projection du liquide.) Par évaporation dans le vide, au bain-marie, on obtient une masse blanche, très avide d'eau, de méthylate de magnésium $(CH^3O)^2Mg$, qui correspond précisément au produit de décomposition des composés halogénés du méthyl magnésium par l'alcool méthylique, $CH^3O.Mg - (M')$, (M') étant remplacé par un deuxième résidu $(CH^3O)'$.

» Cette réaction, en raison de la faible alcalinité du méthylate de magnésium, peut rendre des services comme agent d'hydrogénation.

» *Action du bibromure d'éthylène sur le magnésium.* — Lorsqu'on met en présence le magnésium et le bibromure d'éthylène en solution dans l'éther, les deux atomes de brome s'unissent au magnésium, mais, au lieu de donner des composés organométalliques comme les monobromures, il y a rupture de la molécule et formation de bromure de magnésium; en même temps, l'éthylène se dégage (¹).

» *Opération.* — Sur une molécule de magnésium, placée dans un ballon, on fait tomber goutte à goutte 2 molécules de bibromure en solution dans l'éther. Dès que la réaction est en route, elle donne lieu à un dégagement très régulier d'éthylène. Le

---

(¹) Une réaction analogue se produit avec d'autres bromures, tels que le bibromure de triméthylène; on peut aussi remplacer les bromures par les chlorures ou les iodures.

bibromure formé se sépare de l'éther et cristallise à la fin de l'opération en cristaux volumineux.

» On peut ainsi décomposer quantitativement le bromure d'éthylène. Comme il est facile de régénérer le bibromure, c'est un procédé excellent de préparation du bromure de magnésium anhydre.

» Les chlorures d'acides, les éthers sels, etc., réagissent sur le bromure anhydre en solution dans l'éther, en donnant des combinaisons moléculaires généralement cristallines, dont nous continuons l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles réactions des composés organomagnésiens.* Note de M. **Ch. Moureu**, présentée par M. Moissan.

« M. Grignard ([1]) a mis dernièrement entre les mains des chimistes toute une série de réactifs extrêmement précieux : ce sont les iodures et bromures d'alcoyl-magnésium. Deux faits principaux ont été mis en lumière par les intéressantes recherches de ce savant, et par les récents travaux de MM. Béhal, Tiffeneau, Valeur et Masson sur le même sujet ([2]) : d'une part, l'oxygène du carbonyle CO, des aldéhydes, des acétones et des éthers-sels se trouve, après l'action finale de l'eau, remplacé par les éléments de l'alcool correspondant au radical du composé organomagnésien (OH-C-R); de l'autre, ce même radical se substitue, dans les éthers-sels, au résidu oxyalcoylé uni au carbonyle, en sorte que le groupement fonctionnel devient $OH-CR^2$. On voit que, dans ces deux réactions, le carbone et l'oxygène sont seuls intéressés.

» J'ai supposé que le carbone n'était peut-être pas l'élément indispensable auquel l'oxygène devait être nécessairement lié pour que l'attaque fût possible des substances oxygénées par les dérivés organomagnésiens; et j'ai immédiatement songé aux composés oxygénés de l'azote, du soufre, du phosphore, ou autres éléments fournissant des acides oxygénés. Ce qui suit va montrer la justesse de cette conception.

» A. Soit d'abord le cas de l'azote.

» *a.* Considérons un éther nitreux, et, pour fixer les idées, la nitrite d'amyle; représentons-le par la formule généralement admise $O{=}Az{-}OC^5H^{11}$. L'action successive de deux molécules d'iodure de magné-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, CXXXI; t. CXXXII, p. 136.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXII.

sium-éthyle et de l'eau doit fournir la diéthylhydroxylamine $(C^2H^5)^2AzOH$. C'est effectivement ce qui a lieu en pratique.

» Le nitrite d'amyle réagit avec une grande énergie sur l'iodure de magnésium-éthyle. Après avoir décomposé par l'eau le produit de la réaction, on dirige dans la masse pâteuse un courant de vapeur d'eau; celle-ci entraîne l'éther anhydre ayant servi à la préparation du dérivé organométallique, l'alcool amylique régénéré, et la base qui a pris naissance. La base est isolée à l'état de chlorhydrate, qu'on décompose ensuite par la potasse; on l'extrait par des épuisements répétés à l'éther, on sèche la solution éthérée sur de la potasse récemment fondue, et l'on rectifie par distillation.

» On recueille ainsi, entre 131° et 135°, sous la pression normale, ou à 47°-50° sous 15mm, un liquide incolore, d'une odeur vireuse, un peu aromatique, de densité 0,883 à 0°, se congelant en fines lamelles blanches sous l'influence d'un mélange réfrigérant, pour fondre ensuite vers — 10°. La base est très soluble dans l'eau; elle bleuit franchement le tournesol rougi, et produit des fumées blanches au contact de l'acide chlorhydrique. C'est un réducteur énergique, qui noircit immédiatement le nitrate d'argent, précipite en blanc puis en gris le sublimé, et détermine immédiatement dans les solutions cupriques un précipité jaune qui rougit par la chaleur.

» Ces caractères établissent l'identité de notre base avec la diéthylhydroxylamine que MM. Dunstan et Goulding (1) ont préparée les premiers en traitant l'hydroxylamine par l'iodure d'éthyle et qui a été étudiée récemment par M. Lachman (2).

» *b*. Examinons maintenant un dérivé nitré, par exemple le nitroéthane, facile à préparer par la méthode de M. Auger (3). Ecrivons-le $C^2H^5\text{-}Az{=O \atop =O}$. Traité par deux molécules d'iodure de magnésium-éthyle, puis par l'eau, il doit donner le composé instable $(C^2H^5)^3Az(OH)^2$, lequel pourra se décomposer de deux façons différentes : ou bien, perdant une molécule d'eau, il fournira l'oxyde $AzO(C^2H^5)^3$; ou bien, une molécule d'alcool s'éliminant, il y aura formation de diéthylhydroxylamine comme dans le cas d'un éther nitreux. L'expérience montre que c'est surtout la deuxième réaction qui se produit.

» L'opération étant conduite comme dans le cas du nitrite d'amyle, on obtient un produit basique qui distille entre 130° et 150°. Par rectification, on isole une portion (132°-135°), très abondante, qui présente tous les caractères de la diéthylhydroxylamine.

» *c*. Les éthers nitriques réagissent également. Le nitrate de méthyle, par exemple, qu'il est aisé de préparer sans danger en suivant les indica-

---

(1) *Chim. Soc.*, t. LXXV, p. 800.
(2) *Berichte*, t. XXXIII, p. 1022.
(3) *Bull. Soc. chim.* Paris, 1900.

tions de M. Delépine [1], est attaqué violemment par l'iodure de magnésium-méthyle.

» Le produit basique obtenu finalement possède une odeur infecte; difficile à séparer de l'éther qui a servi à son extraction, la majeure partie distille vers 95°; le mélange bleuit le tournesol et réduit à froid les sels d'argent, de mercure et de cuivre. Il renferme vraisemblablement de la diméthylhydroxylamine, composé encore inconnu. De nouvelles expériences résoudront la question.

» B. J'ai commencé aussi l'étude des composés oxygénés du soufre. Le phénylsulfonate de méthyle et le sulfate d'éthyle réagissent énergiquement; la décomposition par l'eau est particulièrement violente; il y a formation de produits sulfurés très volatils, à odeur désagréable.

» *En résumé*, l'action de l'iodure de magnésium-éthyle sur le nitrite d'amyle et sur le nitrométhane m'a fourni dans les deux cas de la diéthylhydroxylamine. Les deux réactions seront généralisées. Ces faits précis et les quelques autres expériences que j'ai mentionnées établissent clairement que les composés oxygénés de l'azote et du soufre réagissent sur les dérivés organomagnésiens. Il n'est pas douteux que les composés oxygénés acides des autres éléments ne soient dans le même cas : autant de problèmes dont il reste à poursuivre la solution [2]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés éthéro-organomagnésiens.* Note de M. **E.-E. Blaise.**

« L'idée de remplacer le zinc par le magnésium dans les réactions où intervient la formation d'un dérivé organométallique appartient à M. Barbier (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 110). Depuis cette époque, M. Grignard (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1322), faisant réagir des iodures alcooliques sur le magnésium, en présence d'éther anhydre, a obtenu des dérivés organomagnésiens, qu'il a utilisés pour la prépara-

---

(1) *Bull. Soc. chim.*, t. XIII, p. 1044; 1895.

(2) Cette Note avait été présentée dans la séance du 25 mars. Au moment d'en corriger les épreuves, j'ai été averti que M. Bewad venait de publier (*Journ. Soc. Chim. russe*, t. XXXII, p. 420) un Mémoire, non encore résumé dans les périodiques courants, relatif à l'action, sur les éthers nitreux et sur les dérivés nitrés, des composés organozinciques; ses résultats avec les éthers nitreux sont analogues aux miens, mais différents avec les dérivés nitrés.

tion des alcools. Mes recherches, sur de nouvelles réactions des dérivés organométalliques, m'ont conduit moi-même à étudier la nature des dérivés magnésiens. Sur ma demande, M. Grignard a bien voulu publier les résultats obtenus par lui à ce point de vue [1], et je puis indiquer aujourd'hui les conclusions auxquelles m'ont conduit mes travaux sur ce sujet.

» Ainsi qu'on le verra, M. Grignard ne me semble pas avoir reconnu la véritable nature des composés qui se forment lorsque l'on fait réagir les iodures alcooliques saturés sur le magnésium, en présence d'éther anhydre. Au cours de cette réaction, généralement fort vive, bien que s'amorçant d'une façon assez capricieuse, le magnésium entre en dissolution et l'on obtient un liquide où se déposent lentement quelques flocons grisâtres. La solution, parfaitement limpide, mais éminemment altérable au contact de l'air, ne peut être manipulée que dans une atmosphère d'hydrogène pur et sec lorsqu'on se propose d'en faire l'étude analytique. Il est évident qu'elle ne peut renfermer, outre le produit de la réaction, qu'un excès d'éther et une trace d'iodure alcoolique non attaqué. Le composé formé est donc facilement isolable.

» Si l'on opère avec l'iodure d'éthyle, par exemple, et si, dans un ballon taré, on chauffe à 45° pendant une heure une petite quantité de la solution éthérée, dans un courant d'hydrogène sec, sous une pression de 15^{mm}, on obtient un résidu amorphe, blanc, dont l'analyse conduit à la formule $C^2H^5MgI(C^2H^5)^2O$. La composition de ce produit est d'ailleurs constante, quelle que soit la durée du chauffage. Enfin, si l'on opère à des températures croissantes, on constate que cette composition ne se modifie pas sensiblement entre 45° et 100°. Entre 100° et 125°, la molécule d'éther s'élimine progressivement, mais on ne réussit à en chasser les dernières traces que par un chauffage prolongé, à 130° et sous une pression d'hydrogène de 15^{mm}. On arrive à des résultats encore plus nets avec le bromure d'éthyle, car le produit obtenu, qui répond à la formule $C^2H^5BrMg(C^2H^5)^2O$ ne perd complètement sa molécule d'éther que par chauffage à 145°.

» Ces résultats montrent donc que, lorsqu'on fait réagir un dérivé halogéné alcoolique sur le magnésium, en présence d'éther anhydre, on obtient un dérivé éthéré, d'une stabilité remarquable et possédant la composition $RMgX(C^2H^5)^2O$. Dans ces conditions, l'éther n'est donc pas un dissolvant banal : il entre lui-même en réaction et la stabilité du produit obtenu montre qu'il est intimement uni au reste de la molécule. Si d'ailleurs on cherche à remplacer l'éther par un autre dissolvant, on

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 558.

constate que la réaction ne s'effectue plus, toutes conditions étant d'autre part identiques.

» Mais ce qui met encore mieux en lumière la véritable nature de ces composés, c'est la formation de produits cristallisés par condensation avec certains nitriles; en effet, ces produits renferment tous une molécule d'éther qu'ils ne perdent qu'à température élevée; tels sont les composés :

$$C^6H^5 - C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup Az[MgI(C^2H^5)^2O] \\ \diagdown CH^2 - CH^3\end{matrix},$$

$$C^6H^5 - C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup Az[MgBr(C^2H^5)^2O] \\ \diagdown CH^2 - CH^3\end{matrix},$$

$$C^6H^4(CH^3) - C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup Az[MgI(C^2H^5)^2O] \\ \diagdown CH^2 - CH^3\end{matrix}.$$

Les dérivés éthéro-organomagnésiens introduisent donc dans les combinaisons qu'ils forment leur molécule d'éther, constitutive. M. Grignard luimême a eu d'ailleurs entre les mains une combinaison analogue, obtenue avec l'acétone.

» Il faut noter, en outre, la formation de carbures au cours de la réaction; ils résultent de la soudure de deux radicaux alcooliques correspondant au dérivé halogéné d'où l'on part; c'est ainsi que l'iodure d'isobutyle et l'iodure d'isoamyle donnent de petites quantités de diisobutyle et de diisoamyle. Enfin, il faut remarquer que les dérivés halogénés secondaires conduisent en général à de mauvais résultats. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Une nouvelle synthèse de l'aniline.* Note de M. **George-F. Jaubert.**

« Dans la dernière séance de la Société de Chimie de Genève, M. Graebe ayant signalé en quelques mots ses recherches sur la condensation directe des hydrocarbures aromatiques de la série du benzène, naphtalène, etc., avec l'hydroxylamine, j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie le résultat d'essais préliminaires que je poursuis dans cette même direction et qui ont abouti au même résultat.

» Le but à atteindre était la synthèse des amines aromatiques d'après l'équation

$$C^6H^6 + AzH^2OH = C^6H^5AzH^2 + H^2O.$$

Comme moyen de condensation, j'ai utilisé le chlorure de zinc, l'anhydride sulfurique et le chlorure d'aluminium. Ce dernier seul m'a conduit à un résultat.

» Le mode opératoire a été le suivant :

» Dans un tube à essai, on chauffe directement sur un bec Bunsen quelques centimètres cubes de benzène ou de toluène (c'est avec cet hydrocarbure que la réaction réussit le mieux) avec quelques cristaux de chlorhydrate d'hydroxylamine et un peu de chlorure d'aluminium. Il se dégage bientôt des torrents de gaz chlorhydrique et la masse prend une coloration brun verdâtre. Dès que le dégagement de gaz chlorhydrique a cessé, on reprend par l'eau acidulée d'acide chlorhydrique et l'on filtre sur un filtre mouillé pour séparer l'excès de toluéne.

» La solution filtrée contient du chlorhydrate de paratoluidine; on s'en assure en ajoutant quelques gouttes de nitrite de soude, pour diazoter l'amine aromatique, et l'on copule le diazo avec le sel R en solution ammoniacale. On observe aussitôt la belle coloration rouge du colorant azoïque bien connu que donne la paratoluidine avec l'acide β-naphtoldisulfonique R.

» Cet essai, répété un nombre de fois considérable et dans les conditions les plus variées, ne m'a jamais donné de rendement satisfaisant. De même, les tentatives faites avec l'anhydride sulfurique comme condensant et le sulfate d'hydroxylamine, d'après l'équation

$$C^6H^6 + OHAzH^2, SO^4H^2 + SO^3 = C^6H^5AzH^2, SO^4H^2 + SO^4H^2$$

tentatives qui auraient dû conduire directement au sulfate d'aniline ou à un acide sulfonique de cette amine, n'ont donné aucun résultat.

» Néanmoins, étant donné le faible poids moléculaire de l'hydroxylamine et le bas prix de revient du chlorhydrate de cette base qui, utilisé il y a quelques années dans l'industrie des matières colorantes, ne revenait qu'à 1^fr,50 le kilogramme, il est permis d'espérer que, une fois les conditions de rendement déterminées, cette synthèse pourra, dans certains cas, rendre des services pour la préparation des amines aromatiques. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le mécanisme des réactions lipolytiques.* Note de M. M. Hanriot, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans une précédente Communication j'ai montré que l'on peut interpréter le dédoublement des graisses par la lipase, en admettant que celle-ci joue le rôle d'une base faible susceptible de se combiner avec l'acide contenu dans la graisse; il faut, en outre, que le sel formé soit

aisément dissociable en régénérant l'acide, d'une part, et la lipase de l'autre.

» Or, en Chimie minérale, nous connaissons un certain nombre d'oxydes doués de telles propriétés. Tels sont, en particulier, les sesquioxydes de fer et d'aluminium, susceptibles de s'unir avec les acides organiques en formant des sels instables aisément dissociables.

» Je me suis assuré que ces oxydes, à dose minime, se comportent comme des ferments lipolytiques.

» J'ai essayé l'action d'un grand nombre de sels et d'oxydes métalliques, en opérant toujours de la façon suivante : J'introduisais dans 10^{cc} de butyrine un certain nombre de gouttes (1 à 20) d'une solution du sel métallique à essayer, renfermant 1^{gr} de métal par litre. La quantité de métal ajoutée dans ces flacons variait donc de 0^{mgr},05 à 1^{mgr}. Je neutralisais exactement par le carbonate de sodium (la phtaléine servant d'indicateur) et je chauffais à l'étuve en même temps que deux témoins, formés, l'un de butyrine pure, l'autre du sel métallique sans butyrine.

» Si l'on chauffe à la température de 35°, la butyrine témoin varie à peine, et les sels métalliques ne varient aucunement; au contraire, la solution qui les renferme à la fois s'acidifie, et l'acidité est exprimée comme je l'ai indiqué à propos du dosage de la lipase.

» Le fer, l'aluminium, le zirconium se sont montrés les plus actifs, tandis que le calcium, le manganèse, le zinc, le nickel, l'acide arsénieux ne déterminent aucune réaction à condition qu'ils soient bien exempts de fer et d'alumine; mais il suffit d'une petite quantité de ces métaux pour leur communiquer une activité remarquable.

» Voici les nombres obtenus dans une expérience faite à 35° :

	Témoin.	Fer.		Al.	Zr.	Zn.	Ni.	Ca.
		0^{mgr},5.	1^{mgr}.	1^{mgr}.	1^{mgr}.	1^{mgr}.	1^{mgr}.	1^{mgr}.
1^{h}......	2	7	8	3	3	2	2	1
1^{h}30^{m}...	1	7	10	5	7	1	2	0
1^{h}......	1	5	10	4	3	2	1	0
1^{h}30^{m}...	2	7	8	5	5	1	2	1

» Si l'on opère à la température de 100°, la saponification de la butyrine témoin devient considérable, et il ne faut alors tenir compte que de la différence des quantités d'acide formées en présence ou en l'absence des sels métalliques essayés. C'est cette différence que nous avons inscrite dans le Tableau suivant :

	Fe.		Al.
	0^{mgr},5.	1^{mgr}.	1^{mgr}.
45^{m}...............	6	11	5
1^{h}...............	6	15	10
30^{m}...............	7	7	4
1^{h}10^{m}............	7	13	9
30^{m}...............	3	6	1
30^{m}...............	5	8	2
30^{m}...............	4	5	1

» Les résultats obtenus indiquent évidemment une action faible par rapport à celle de la lipase, mais il importe de remarquer que, dans ces expériences, le métal est à l'état de carbonate insoluble et n'a, par conséquent, que peu de points de contact avec la butyrine; la même raison explique le défaut de proportionnalité entre l'effet produit et la quantité de métal introduit dans la liqueur.

» Du reste, l'examen des témoins formés de sels métalliques seuls révèle une cause d'erreur considérable qui vient diminuer les résultats obtenus à 100°. Si l'on neutralise exactement par le CO^3Na^2 une solution de chlorures d'aluminium ou de fer, puis qu'on les porte à 100°, on voit, au bout de peu de temps, la solution devenir fortement alcaline. Je me suis assuré directement que la quantité de carbonate de soude nécessaire pour obtenir la neutralité est bien supérieure à celle qu'exigerait la double réaction, en sorte que le précipité est un véritable aluminate ou ferrate de soude. A 100°, celui-ci se décompose, donne de l'alumine ou de l'oxyde de fer et de la soude qui vient masquer l'acide formé par le dédoublement de l'éther.

» En opérant à 35°, les oxydes gardent pendant plusieurs jours leur propriété dédoublante sans affaiblissement marqué, tandis qu'à 100° cette propriété se perd, très rapidement pour l'alumine, moins rapidement pour l'oxyde de fer. Les oxydes ont subi à 100° une sorte de coagulation, ce qui rapproche encore leur action de celle de la lipase naturelle.

» Si l'on maintient le fer ou l'alumine en dissolution au moyen d'un tartrate ou d'un citrate, l'activité de la solution se trouve augmentée, mais les expériences ne doivent être que de courte durée et surtout il importe de ne pas chauffer à 100°. Le citrate double de fer et de potassium devient rapidement acide, tandis que le citrate neutre de potassium maintenu à 100° laisse dégager de l'alcali.

» Il faut donc étudier cette réaction en l'absence des acides organiques.

» Les expériences précédentes ne permettent évidemment pas d'affirmer que la lipase soit un sel de fer; voici cependant quelques considérations qui concorderaient avec cette hypothèse :

» 1° Le sérum renferme peu de fer ($0^{gr},011$ d'après Bunge par litre); or, si l'on précipite les globulines par des quantités ménagées de sulfate d'ammoniaque, le fer et la lipase s'accumulent ensemble dans les premières portions.

» 2° Si l'on agite du sérum avec de la poudre de zinc qui convertit les sels ferriques en sels ferreux, le pouvoir lipasique diminue; il revient par agitation du sérum avec l'air.

» 3° La disparition de la lipase pendant la dialyse, sa destruction par les acides et sa régénération par les alcalis s'accorderaient avec l'hypothèse de la lipase constituée par un sel ferrique à acide faible. Il faut toutefois mentionner que l'addition de sel ferrique au sérum privé de lipase par dialyse n'a pas suffi pour y ramener la propriété lipolytique.

» 4° Bunge a signalé dans l'œuf un pigment ferrugineux, l'hématogène.

J'ai pu constater que ce corps est doué de propriétés lipasiques assez énergiques, ce qui semble bien établir une corrélation entre la présence du fer et les propriétés lipolytiques. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'organisation interne du* Pleurotomaria Beyrichii *Hilg*. Note de MM. **E.-L. Bouvier** et **H. Fischer**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 11 mars dernier, nous avons étudié la chambre palléale et l'appareil respiratoire fort suggestifs du *Pleurotomaria Beyrichii;* les observations que nous résumons aujourd'hui sont relatives aux autres organes du même animal, surtout au tube digestif et au système nerveux.

» Le tube digestif du *Pl. Beyrichii* ressemble à celui des autres Prosobranches diotocardes par la position de son appareil radulaire, par la structure et la situation des deux mâchoires et par les rapports anatomiques de l'intestin terminal qui traverse le ventricule cardiaque. Contrairement à ce que M. Dall a observé dans le *Pl. Quoyana*, son bout anal n'est pas libre, ne s'atténue pas et se trouve fort loin du bord palléal; il est d'ailleurs infiniment plus éloigné des orifices rénaux, mais nous ne croyons pas que ce caractère soit le résultat d'une différence spécifique, car M. Dall a pris pour des reins le réseau respiratoire très anfractueux des Pleurotomaires, et les orifices qu'il tient pour rénaux représentent vraisemblablement la lumière (mise en évidence par déchirure) du volumineux sinus qui conduit le sang aux anfractuosités du plafond respiratoire.

» L'intestin terminal du Pleurotomaire que nous étudions présente une anse remarquable : il s'avance très loin en avant, au-dessus de l'œsophage, juste à gauche du rein droit qui, en ce point, s'étend aussi très loin en avant et se trouve divisé en deux étages comme chez les Mollusques lamellibranches. La partie contiguë de l'œsophage se fait remarquer par de nombreuses anfractuosités latérales et par deux séries de bourrelets, l'une dorsale, l'autre ventrale, qui comprennent chacune un raphé médian assez élevé et une paire de replis symétriques moins saillants. Dans toute cette région, qui occupe au moins les deux tiers de la longueur de la cavité intérieure du corps, l'aorte (dont les parois sont remarquablement faibles) est accolée au côté gauche de l'œsophage.

» En avant de l'anse rectale, l'œsophage s'élargit et se tord de 180°, de sorte que son bourrelet ventral devient franchement supérieur et son bourrelet dorsal franchement inférieur. En même temps s'atténuent et disparaissent les raphés médians de ces bourrelets, pendant que s'élèvent et progressent considérablement leurs replis latéraux; les bords libres de ces derniers finissent par s'affronter; ils s'engainent l'un dans l'autre et forment ainsi un canal médian qui sépare nettement les vastes anfractuosités latérales des parties antérieures de l'œsophage. Ces anfractuosités correspondent aux poches œsophagiennes que M. Amaudrut a signalées dans les autres Diotocardes, et qui se retrouvent chez les Chitons sous la forme de poches glandulaires. Mais les poches œsophagiennes des Pleurotomaires sont beaucoup moins isolées du reste de l'œsophage que celles des animaux précédents et, de la sorte, nous paraissent se présenter à un état plus primitif. En tous cas, l'aorte des Pleurotomaires a suivi la torsion de la partie antérieure de l'œsophage et passe en écharpe de gauche à droite au-dessus de cette dernière. De chaque côté du plafond buccal, en dehors des deux aires circonvolutées que présente en dedans celui-ci, on voit une paire de petites poches buccales à l'extrémité postérieure desquelles s'ouvrent les conduits salivaires. Ces poches étant beaucoup moins développées que celles des autres Diotocardes, nous les considérons, de même que les poches œsophagiennes, comme étant à un stade primitif.

» Le *système nerveux* du *Pl. Beyrichii* est à peu près identique à celui du *Pl. Quoyana*, mais nous avons pu en faire une étude bien plus complète. Ses caractères essentiels sont les suivants : 1° L'absence de toute différenciation dans les ganglions palléaux, qui restent concrescents, sur toute leur longueur, avec les cordons pédieux. Comme nous l'avons établi antérieurement, cet état est celui que présenteraient des Chitonidés, dont les cordons palléaux seraient devenus concrescents avec les cordons pédieux; 2° L'origine de la commissure viscérale sur les connectifs cérébro-palléaux et non, comme chez les autres Diotocardes, sur les cordons ganglionnaires palléaux. Cette disposition curieuse paraît être la conséquence des modifications qu'ont subies les ancêtres chitoniformes des Gastéropodes pour se transformer en Pleurotomaires; la commissure viscérale de ces derniers sert de point de départ à tous les nerfs palléaux et viscéraux qui, chez les Chitons, se détachent des cordons palléaux; elle a simplement conservé, à quelques déplacements près, le point de départ cérébroïde qu'avaient les cordons palléaux chez les ancêtres chitoniformes du groupe;

3° Le développement d'un ganglion très volumineux à la naissance du cordon nerveux, appelé *osphradium*, qui côtoie le bord de la pointe libre des branchies. Ce ganglion représente, pour une part, le point d'origine des nerfs palléaux; il est nécessité par l'importance des nerfs palléaux issus de la commissure viscérale; 4° Le très faible développement des nerfs palléaux secondaires, c'est-à-dire des troncs nerveux qui se rendent au lobe du manteau situé du même côté que le point d'origine de la branche commissurale d'où ils partent. Ces nerfs ne participent pas à la torsion de la commissure viscérale; à mesure qu'on s'élève dans l'ordre des Prosobranches, ils deviennent de plus en plus volumineux, en même temps que se réduit, jusqu'à disparition complète, le ganglion situé à la base de l'osphradium; 5° Le grand développement des nerfs palléaux primitifs, c'est-à-dire des troncs nerveux qui se rendent au lobe palléal opposé au point où a pris naissance la branche commissurale d'où ils partent. Ces nerfs représentent certainement les troncs nerveux palléaux de l'ancêtre chitoniforme. Le plus fort d'entre eux se détache de la base de l'osphradium, à une faible distance du gros ganglion signalé plus haut; il se rend dans la partie avoisinante du manteau et, comme ce dernier ganglion, disparaît progressivement à mesure que se développent, chez les autres Prosobranches, les nerfs palléaux secondaires.

» Le *rein* gauche et le rein droit sont tous deux très développés, mais le premier a une structure toute spéciale qui rapproche les Pleurotomaires des Diotocardes hétéronéphridiés. »

ZOOLOGIE. — *La variation sexuelle chez les mâles de certains Coléoptères appartenant à la famille des Bostrychides; la pœcilandrie périodique.* Note de M. **P. Lesne**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les Coléoptères de la famille des Bostrychides constituent un groupe nettement délimité, assez étroitement apparenté à celui des Anobiides, et dans lequel l'adaptation au régime xylophage atteint un haut degré de perfection. Ayant entrepris une étude d'ensemble de ces Insectes, nous avons constaté [1] chez plusieurs d'entre eux l'existence de phénomènes

---

(1) P. Lesne, *Revision des Coléoptères de la famille des Bostrychides*, troisième Mémoire (*Annales de la Société entomologique de France*; 1898).

très singuliers de variation sexuelle dont nous nous proposons, dans la présente Note, de donner une interprétation.

» Les genres *Bostrychopsis, Schistoceros* et *Heterobostrychus* comprennent des groupes d'espèces où le dimorphisme sexuel affecte à la fois d'une façon très marquée la tête, le prothorax et les élytres. Chez le mâle, le front reste normalement convexe et presque glabre, tandis que chez la femelle il se relève en bosse ou en carène et se recouvre d'une pubescence serrée ou se hérisse de poils spinuleux. Par contre, le prothorax du mâle se prolonge en cornes aux angles antérieurs, et le pourtour de la déclivité apicale de ses élytres se munit de côtes, de tubercules, d'apophyses ou de crochets, alors que les mêmes parties sont simples chez la femelle.

» Or, si l'on étudie de longues séries de spécimens appartenant à certaines espèces des genres précités [1], on est frappé d'y rencontrer des individus à caractères mixtes, dont la tête et le prothorax ressemblent de tous points à ceux des femelles, tandis que les élytres ne diffèrent pas de ceux des mâles. L'examen de l'armure génitale de ces formes aberrantes apprend qu'elles appartiennent, en réalité, au sexe mâle. On peut les désigner sous le nom de *mâles hémigynes*.

» Le mode de variation de certains *Bostrychopsis* mâles (*B. parallela, B. uncinata*) rend compte du processus suivant lequel s'est développé très vraisemblablement ce curieux polymorphisme.

» Il est assez fréquent, en effet, d'observer des individus mâles du *Bostrychopsis parallela* dont la tête est semblable à celle de la femelle et dont le prothorax, moins notablement modifié, a perdu seulement ses cornes antérieures tout en conservant ses grandes dimensions. Le plus souvent les élytres ne sont aucunement modifiés chez ces mâles; mais quelquefois les saillies latérales de leur déclivité postérieure s'effacent. Dans un type plus éloigné du mâle normal, non seulement la tête, mais aussi le prothorax prend tous les caractères de celui de la femelle et les élytres ne gardent que des vestiges de leurs côtes en saillie.

» Chez le *Bostrychopsis uncinata*, on ne connaît pas encore de formes intermédiaires entre le mâle hétéromorphe et le mâle hémigyne; mais on constate l'existence d'individus mâles qui ne diffèrent extérieurement des femelles que par des particularités minimes dans la sculpture de la déclivité apicale des élytres.

» Examinant ces faits au point de vue phylogénique, il semble donc que les mâles des *Bostrychopsis* dont nous parlons, après avoir acquis des caractères sexuels secondaires très accentués, soient sujets à subir une évolution spéciale au cours de laquelle les différentes parties de leur

---

[1] *Bostrychopsis tonsa* Imh., *B. parallela* Lesn., *B. uncinata* Germ., *B. trimorpha* Lesn., *Schistoceros malayanus* Lesn. et aussi *Heterobostrychus pileatus* Lesn. et *H. unicornis* Wat.

corps revêtent successivement les caractères de la femelle. La tête, la première, se transforme (*stade gynécocéphale*), puis le prothorax (*stade hémigyne*), puis les élytres (*stade homéomorphe*).

» Cette conception du polymorphisme des mâles s'applique également aux *Schistoceros* et *Heterobostrychus* cités plus haut. Elle trouve un appui dans ce fait que, chez certaines espèces où le mâle ne varie que dans des limites très étroites, ce mâle se trouve fixé soit au stade gynécocéphale (*Bostrychopsis laminifer* Lesn.), soit au stade hémigyne (*Schistoceros bimaculatus* Ol.).

» D'ailleurs, en dehors de la famille des Bostrychides, le même mode de variation sexuelle paraît se retrouver dans le groupe des Staphylinides (*Staphylinus fulvipes* Scop.) (¹), et, parmi les Hyménoptères, dans la famille des Chrysidides (*Cleptes pallipes* Lep.) (²).

» Il convient de séparer nettement l'ensemble de telles particularités des autres cas de pœcilandrie tendant vers l'homéomorphisme ou dérivant de cet état. A l'inverse de la *pœcilandrie de stature* offerte par tant de Lucanides, de Scarabéides coprophages, de Dynastines, d'Anthribides, etc., de la *pœcilandrie chromatique* des *Lycæna* et de l'*Hylecœtus dermestoides*, de la *pœcilandrie d'âge* des *Libellula*, celle-ci présente ces caractères particuliers d'affecter grandement la conformation extérieure du corps sans être accompagnée de phénomènes de développement corrélatif et sans se trouver sous la dépendance de la taille acquise par l'organisme. Dans sa première phase, ce mode de variation accumule chez un même individu les différenciations propres à l'un et l'autre sexe. Il met en outre en évidence d'une façon remarquable l'autonomie de certains segments du corps. Des recherches ultérieures apprendront s'il faut le rapprocher des faits qui ont été désignés par M. le professeur Perrier sous le nom de *phénomène d'adaptation réciproque* (³), par M. le professeur Giard sous celui de *castration parasitaire;* toutefois on ne peut en chercher l'origine dans des phénomènes d'arrêt survenus au cours de l'ontogenèse. Nous lui

(¹) Mâle aberrant possédant des tarses antérieurs semblables à ceux de la femelle (E. Abeille de Perrin *in litt.*).

(²) Mâle aberrant possédant une tête, des antennes et des ailes antérieures semblable à celles de la femelle (var. *androgyna* R. du Buysson, *Spec. des Hym. d'Eur.*, t. VI, p. 700).

(³) *Colonies animales*, p. 234-710.

donnerons le nom de *pœcilandrie périodique*, pour rappeler son processus de variation par stades successifs ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur la ponte des Troques.* Note de M. A. **Robert**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« J'ai déjà signalé l'existence de deux sortes de pontes dans le genre *Trochus*, et indiqué que les espèces *Tr. granulatus* Born et *Tr. striatus* L. produisaient des pontes agglomérées, tandis que les espèces *Tr. magus* L. et *Tr. cinerarius* L. émettaient leurs œufs isolément.

» J'ai constaté à Roscoff, pendant l'été de 1900, que les espèces *Tr. conuloïdes* Lam. et *Tr. exasperatus* Penn. devaient être rapprochées du premier groupe à ponte agglomérée. J'ai pu obtenir en effet le développement à peu près complet de *Tr. conuloïdes* soit dans les bacs-filtres à fond de sable

---

([1]) *Tableau des mâles aberrants étudiés par l'auteur :*

Nom de l'espèce.	Stade de la variation.	Nombre d'individus.	Collections auxquelles appartiennent les individus mentionnés.
Bostrychopsis tonsa Imhof......	♂ hémigyne.....	3	Muséum de Paris; Coll. R. Oberthür.
» » Lesne......	♂ gynécocéphale.	assez fréquents	Muséum de Paris; Musée de Berlin; Coll. G.-A. Baer; Coll. L. Bedel; Coll. L. Fairmaire.
» »	♂ hémigyne.....	1	Coll. R. Oberthür.
» *uncinata* Germ....	♂ hémigyne.....	5	Muséum de Paris; Naturhistorisches Hofmuseum de Vienne; Musée civique de Gênes; Coll. R. Oberthür; Coll. E. Abeille de Perrin.
» »	♂ homéomorphe.	3	Musée civique de Gênes; Coll. R. Oberthür.
» *trimorpha* Lesne..	♂ hémigyne.....	2	Muséum de Paris; Coll. R. Oberthür.
Schistoceros malayanus Lesne...	♂ hémigyne.....	1	Muséum de Paris.
Heterobostrychus pileatus Lesne.	♂ hémigyne.....	1	Coll. R. Oberthür.
» *unicornis* Wat.....	♂ hémigyne.....	1	British Museum.

imaginés par M. Boutan, soit dans un autre genre de bac, dont le fond est formé d'une plaque de grès poreux.

» *Tr. conuloïdes* produit un long cordon cylindrique atteignant $0^m,30$ et $0^m,35$ et fixé assez imparfaitement aux algues ou aux parois de l'aquarium. Cette ponte est tout à fait semblable à celle de *Tr. granulatus*. Dans celle de *Tr. exasperatus,* un chapelet d'œufs est noyé dans une masse glaireuse ovoïde de 2^{cm} à 3^{cm} de grand axe, qui est fixée aux feuilles de zostère ou aux parois des bacs, absolument comme celle de *Tr. striatus*.

» On sait depuis les travaux de M. Pelseneer que les produits génitaux sont versés dans le rein droit. J'ai constaté en effet, chez *Tr. magus,* que les œufs étaient émis, non encore fécondés, par l'orifice de cet organe; de là les produits génitaux tombent dans la cavité palléale, et ils sont rejetés au dehors par une sorte de siphon, formé du côté droit par la partie antérieure de l'épipodium. Dans ce mouvement, ils passent contre le tentacule oculaire droit : le tubercule qu'on observe à la face inférieure de cet organe, et qui a été longtemps pris pour un pénis, est un organe sensoriel en rapport avec cette émission des produits génitaux.

» M. Remy Perrier, en 1889, a signalé l'existence, sous le canal excréteur du rein droit de certains Troques, d'un renflement en forme d'ampoule, dont l'épithélium interne est rempli de cellules à mucus. Ce renflement marque chez *Monodonta monodon* (sans doute *Tr. crassus* Pult.), où ce renflement est, en effet, absent. De son côté, M. Bela Haller, en 1894, remarquait cette même ampoule, qu'il appelait *utérus*, chez *Tr. zizyphinus,* et observait que le canal correspondant était beaucoup plus étroit chez le mâle que chez la femelle.

» En réalité, ce renflement n'est pas autre chose que la glande qui sécrète la glaire des pontes. Il n'existe, en effet, que chez les femelles des espèces à pontes agglomérées. Chez *Tr. conuloïdes,* par exemple, le canal excréteur du rein droit, arrivé au niveau du ganglion viscéral et de la veine palléale transverse, se renfle brusquement en un organe d'un blanc mat, situé à droite du rectum, au plafond de la cavité palléale. Cet organe possède une forme très analogue à celle du rein gauche et atteint à peu près le même volume au moment de la ponte. Ses parois très épaisses renferment d'énormes cellules à mucus.

» Chez le mâle, l'uretère est très court et étroit, et les orifices des deux reins sont assez rapprochés l'un de l'autre. C'est cette dernière disposition que l'on observe chez les deux sexes dans le cas d'animaux à œufs libres, comme *Tr. magus,* par exemple. L'absence de renflement glandulaire chez les femelles de *Tr. crassus* et *Tr. turbinatus* nous autorise à penser que ces animaux pondent leurs œufs isolément. Il semble donc que le sous-genre *Zizyphinus* Leach, dont font partie *Tr. zizyphinus, Tr. conuloïdes, Tr. striatus* et *Tr. exasperatus,* a des pontes agglomérées, tandis que le sous-genre *Gibbula* Leach, auquel appartiennent *Tr. magus* et *Tr. cinerarius*, et le sous-genre *Trochocochlea* Klein, qui renferme *Tr. crassus* et *Tr. turbinatus*, émettent leurs œufs isolément. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la valeur comparée des solutions salines ou sucrées, en Tératogenèse expérimentale.* Note de M. E. **Bataillon**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Après les *larves lithiques* d'Échinodermes (Herbst) on a décrit, chez les Amphibiens, des *embryons au sel* (Hertwig) (¹), des *embryons lithiques* (Gurwitsch) (²), etc. Ces dénominations semblent attribuer à chaque solution employée une valeur spécifique qui resterait à définir. C'est en effet l'idée à laquelle arrive Gurwitsch à la suite de tentatives variées portant sur les œufs de *Rana* et de *Bufo*.

» J'ai multiplié les expériences sur la *R. temporaria* en m'attachant à trois facteurs négligés dans les recherches antérieures : *pression osmotique des liquides utilisés, température, degré de maturation des œufs.*

» I. En tenant compte des poids moléculaires M, et des coefficients isotoniques, j'ai pris pour base les solutions suivantes :

$KAzO^3$......	2M pour 10000	NaBr.........	2M pour 10000
NaCl........	2M pour 10000	Sucre de canne.	2M($\frac{3}{2}$) pour 10000
KCl.........	2M pour 10000	$(AzH^4)^2HPO^5$..	2M($\frac{3}{4}$) pour 10000
LiCl........	2M pour 10000		

» De là j'ai tiré, pour chaque substance, 4 dilutions comparables :

» *a.* 5 parties de la solution type pour 5 d'eau.

» *b.* 6 parties de la solution type pour 4 d'eau.

» *c.* 7 parties de la solution type pour 3 d'eau.

» *d.* 8 parties de la solution type pour 2 d'eau.

» Les résultats qui suivent se rapportent à une température voisine de 20° (optimum de développement) et aux deux groupes d'anomalies soulignés par Hertwig et Gurwitsch : hernie vitelline par un large anneau blastoporique, non-fermeture de la gouttière nerveuse (anencéphalie).

» Les troubles de la gastrulation et la hernie de l'hémisphère vitellin s'obtiennent régulièrement *avec toutes les solutions c.* Dans les solutions *b,* le recouvrement est

---

(¹) O. Hertwig, *Beiträge zur experimentellen Morphologie und Entwickelungsgeschichte I* (*Archiv. f. Mik. Anat.,* t. XLIV).

(²) A. Gurwitsch, *Ueber die formative Wirkung des veränderten chemischen Mediums auf die embryonale Entwickelung. Versuche am Frosch und Krötenei* (*Arch. f. Entw. Mech.,* t. III).

plus accusé, quoique incomplet. Les embryons arrivent à l'éclosion avec un blastopore ouvert et un bouchon vitellin saillant. C'est là que les troubles de la deuxième catégorie (système nerveux), s'observent le mieux. Dans les solutions faibles (*a*) le recouvrement est complet; dans les solutions les plus concentrées (*d*), le stade morulaire n'est pas dépassé. Gurwitsch n'a rien obtenu avec NaBr, parce que ses solutions les plus fortes (1 pour 100) sont insuffisantes. Les différences qu'il relève entre LiCl et NaCl, l'énergie moindre des bromures et iodures, sont simplement fonction des poids moléculaires. Ses résultats insuffisants avec le glucose, son échec avec les azotates et les phosphates, s'expliquent facilement par des considérations de même ordre.

» Les troubles de la région nerveuse ne sont pas davantage propres à telle ou telle substance. L'ouverture persistante de la gouttière, en particulier vers l'ébauche encéphalique, s'obtient aussi bien avec le sucre, l'azotate de potassium qu'avec NaCl ou NaBr. Il y a plus : la statistique des embryons éclos dans les solutions *b* (NaBr, par exemple) montre, dans le même milieu, toutes sortes d'irrégularités; si bien que l'*anencéphalie,* au lieu d'être la règle (Gurwitsch), peut apparaître comme l'exception. Le système nerveux est ouvert sur toute son étendue; ou bien il n'y a soudure que dans la région nuchale; ou bien l'ouverture ne porte que sur la région post-nuchale : et ce sont les cas qui prédominent.

» II. Un facteur qui peut entraîner bien des divergences, c'est la *température.* Des lots sortis de la même fécondation et plongés dans les mêmes solutions sont portés à trois températures différentes : 20°, 15° et 10°. Les solutions *c* à 15°, au lieu des gastrulations anormales avec anneau équatorial telles qu'on les observe à 20°, *donnent le recouvrement complet;* et il faut arriver aux concentrations *d* pour observer le prolapsus.

» Chose curieuse, cette résistance ne s'accuse pas à la température plus basse de 10°. Pour la concentration *d, il y a destruction au stade morulaire.* Il en est de même pour la plupart des œufs *c*, dont quelques-uns seulement montrent la gastrulation équatoriale et les bourrelets médullaires. Le système nerveux ne se ferme pas. Donc, si le développement est très rapide vers 20° ou 21°, conformément aux indications d'Hertwig ([1]), la résistance aux solutions déshydratantes a son maximum à une température plus basse et comprise entre 20° et 10°.

» Laissant provisoirement de côté toute interprétation, je ne m'arrête pas aux variations corrélatives de durée, pour souligner uniquement l'identité des résultats à chaque température dans les solutions isotoniques.

» Voici d'autres expériences qui relèvent mieux encore le principe physique. Immergeons des œufs fécondés dans des solutions isotoniques plus fortes (9 parties de la solution type pour 1 partie d'eau), et restituons-les au *milieu normal* au bout de cinq ou six heures. Les effets de la déshydratation vont persister suffisamment pour gêner la fermeture du blastopore; et les larves, même à l'éclosion, montreront toutes les formes et tous les degrés d'anomalies : prolapsus du vitellus au-dessous du bour-

---

([1]) O. Hertwig, *Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Entwickelung von* Rana fusca *und* R. esculenta (*Arch. f. Mik. Anat.,* t. LI).

geon caudal; prolapsus dorsal, soit entre les deux bourrelets, soit à droite, soit à gauche de l'ensemble; fermeture incomplète et irrégulière de la gouttière nerveuse.

» *Conclusion.* — Les dénominations : *embryons au sel, embryons lithiques* ne correspondent à rien de spécifique; il est donc inutile d'ajouter à la série des embryons au sucre, au bromure, à l'azotate ou au phosphate. Des solutions *isotoniques* convenables calculées *a priori* déterminent les mêmes troubles de l'évolution dans la région du blastopore. Quant à la non-fermeture du tube nerveux, elle montre tous les degrés et toutes les irrégularités possibles avec le même élément. L'*action tératogène* des substances employées est en rapport avec la plasmolyse qu'elles engendrent; elle est mesurée par leur *poids moléculaire* et leur *coefficient isotonique*.

» L'*optimum de développement* ne concorde pas avec le maximum de résistance aux solutions plasmolysantes. Ce maximum paraît être au voisinage de 15° pour l'œuf de *R. temporaria*.

» Au-dessus et au-dessous de cette température, les anomalies de la région blastoporique s'obtiennent avec des concentrations plus faibles.

» L'inertie du pôle végétatif (Hertwig) constitue le trouble initial : le prolapsus du vitellus par un large blastopore en est la conséquence. Mais à chaque température, *toutes les solutions isotoniques* se comportent de la même manière.

» Un argument topique à opposer aux partisans de la spécificité, c'est l'*action à distance* des solutions fortes applicables appliquées seulement quelques heures au début de l'évolution. Si l'on comprend que les effets de la déshydratation persistent, comment admettre une action chimique délétère emmagasinée qui permettrait le développement de l'ébauche, et ne s'accuserait sur telle région qu'après une certaine différenciation?

» La *spécificité* ne peut entrer en ligne de compte que *secondairement*, avec l'envahissement et la destruction plus ou moins rapide des parties mortes.

» J'ai laissé de côté le degré de maturation des œufs, qui mérite un examen à part. Les résultats importants qui s'y rattachent intéressent, non seulement la tératogénie, mais les problèmes généraux de la fécondation et de la morphogenèse. »

HISTOLOGIE. — *Sur l'origine des parasomes ou pyrénosomes dans les cellules de la glande digestive de l'Écrevisse.* Note de M. **P. Vigier**, présentée par M. Joannes Chatin.

« Il existe dans les cellules en activité de la glande digestive de l'Écrevisse, au voisinage du noyau ou dans la zone intermédiaire au noyau et à la surface libre de l'élément, un ou plusieurs corps, généralement sphériques, décrits par Nussbaum, en 1881, sous le nom de *Nebenkern,* et assimilés par cet auteur aux formations analogues que l'on observe dans un certain nombre de glandes, en particulier dans le pancréas des Vertébrés.

» Aux noms de *Nebenkern, paranucleus, noyau accessoire,* qui servent encore à désigner ces corpuscules, bien qu'ils n'aient ni la structure, ni le rôle d'un noyau, nous préférerons celui de *parasome,* proposé par Henneguy, ou mieux, en raison de leur origine nucléolaire, celui de *pyrénosome.*

» Pour reconnaître l'origine des parasomes chez l'Écrevisse, il convient de fixer la glande digestive deux ou trois jours après l'ingestion d'aliments. On sait, en effet, qu'il existe un rapport constant, bien défini pour le pancréas des Vertébrés, et déjà noté par Nussbaum pour l'hépatopancréas de l'Écrevisse, entre la présence de ces corpuscules et la régénération du produit de sécrétion. Après fixation par le liquide de Zenker et colorations variées, notamment par l'hématoxyline et l'orange, les cellules glandulaires présentent un noyau globuleux ou ovalaire, dans lequel on distingue des grains de chromatine irréguliers, disposés aux points nodaux d'un réseau grêle et peu colorable de linine. Quelques-uns de ces grains (1 à 4), souvent plus volumineux et situés dans la profondeur du noyau, sont appliqués à la surface d'une sphère réfringente, nettement délimitée par une fine membrane, et colorable par les colorants acides : ce corps globuleux est le nucléole, absolument comparable au nucléole vrai des autres cellules. Lönnberg et vom Rath ont décrit ce nucléole comme un nucléole double, formé de deux, quelquefois trois sphères accolées, se colorant différemment; la sphère pâle serait, pour Lönnberg, un *Nebennucleolus* (nucléole accessoire), alors qu'en réalité elle représente à elle seule tout le nucléole. Les corps fortement colorables, appliqués en nombre variable à la périphérie du nucléole, ne sont, en effet, que des grains de chromatine, reconnaissables à leurs caractères morphologiques, à leurs relations avec le reticulum et à leurs réactions colorantes. La juxtaposition de ces grains à la masse nucléolaire et la présence d'une fine membrane limitante autour de celle-ci montrent nettement que le nucléole est formé par une différenciation de la chromatine dans l'épaisseur même du réseau.

» Le nucléole, devenu volumineux, ne reste pas sphérique : il présente souvent, en effet, l'apparence d'une massue, il devient claviforme, sa partie renflée conservant la

situation primitive et son extrémité effilée entrant en contact avec la membrane nucléaire. Celle-ci se déprime légèrement à ce niveau, tandis que la masse nucléolaire s'en rapproche. Finalement le nucléole, appliqué à la face interne de la membrane, la traverse et émigre dans le cytoplasma, sous la forme d'un corps sphérique logé dans une petite vacuole, vis-à-vis d'une dépression de la membrane. Il ne reste pas longtemps au contact immédiat de celle-ci; bientôt quelques travées cytoplasmiques l'en séparent.

» Dès sa sortie du noyau, le nucléole pâlit et se gonfle. En devenant le parasome, il absorbe sans doute des matières albuminoïdes et cède une partie de sa substance phosphorée aux couches cytoplasmiques voisines, lesquelles, refoulées par l'augmentation de volume du parasome, se disposent quelquefois en strates concentriques présentant des parties plus épaisses et plus colorables, qui semblent correspondre à l'ergastoplasme et que l'on retrouve d'ailleurs en d'autres régions de la cellule. Cette orientation peu marquée du cytoplasme en couches circulaires paraît due simplement à des causes mécaniques de compression. Les filaments du reticulum cytoplasmique n'entrent pas en contact avec le parasome, qui reste logé dans une vacuole plus ou moins large.

» Le noyau renferme souvent plusieurs nucléoles; en tout cas, même lorsqu'il n'en présente qu'un, il est certain que la différenciation de nucléoles aux dépens de la chromatine et leur sortie du noyau se produisent à plusieurs reprises pendant une même période de fonctionnement de la cellule, car les parasomes sont généralement multiples dans le cytoplasme : il n'est pas rare d'en compter trois ou quatre dans la section longitudinale d'une cellule.

» Quand cette différenciation simultanée ou successive est achevée, le noyau est devenu moins colorable; il est pauvre en chromatine et dépourvu de nucléole. Son volume continue à diminuer, par émission probable de suc nucléaire. Les parasomes émigrent dans la moitié supérieure de la cellule. Leur aspect se modifie; primitivement homogènes, légèrement réfringents, colloïdes, ils présentent des taches plus pâles, ils se vacuolisent, se transforment en boyaux irréguliers, bosselés et finalement en granulations; les vacuoles qui les contenaient se fusionnent en une vacuole volumineuse, où s'accumulera le produit de sécrétion, tandis que le cytoplasme subit des modifications que nous préciserons ultérieurement.

» Ogata, Platner, Nicolaïdes et Melissinos, Ver Eecke, Laguesse, en opposition avec un certain nombre d'observateurs, ont admis l'origine nucléaire du parasome dans les cellules pancréatiques des Batraciens; mais ils ne sont pas d'accord sur la partie du noyau qui participe à sa formation. Laguesse (1900), par exemple, pense que généralement tous les éléments nucléaires entrent dans sa constitution. Chez l'Écrevisse, il nous paraît évident que, sous l'influence de l'activité sécrétoire, le nucléole est le seul élément figuré qui émigre dans le cytoplasme, pour contribuer à l'élaboration du produit glandulaire.

» Ces faits montrent, une fois de plus, combien est intime la relation phy-

siologique qui unit le cytoplasme et le noyau. Ils nous semblent prouver également qu'à côté de la théorie de Rhumbler, qui considère le nucléole comme un amas de matières de réserve pour la nutrition du noyau, et celle de Häcker, qui voit dans le nucléole une masse de substances de rebut ou un organe pulsatile chargé de débarrasser le noyau de ses *excreta*, il y a place pour une autre conception, d'après laquelle le nucléole représente un corps né d'une différenciation de la chromatine et capable d'émigrer en totalité ou de déverser une partie de sa substance dans le cytoplasme, pour fournir à celui-ci des matériaux nécessaires à l'élaboration des produits de la cellule. »

VITICULTURE. — *Influence des conditions climatologiques sur la végétation des sarments de la vigne.* Note de M. F. **Kövessi**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai étudié les différences anatomiques qui distinguent un sarment de vigne bien aoûté d'un sarment mal aoûté. Ce qui caractérise le premier, c'est une plus grande différenciation de tous ses tissus.

» Au cours de recherches viticoles poursuivies depuis plusieurs années, j'ai observé que des sarments *d'une même variété de vigne* présentent *des degrés d'aoûtement très différents*, suivant les régions d'où ils proviennent, et les conditions climatologiques dans lesquelles ils se sont développés.

» J'ai entrepris une série d'observations destinées à préciser l'influence du climat sur l'aoûtement. De ces recherches il résulte que la chaleur, la lumière et la sécheresse favorisent la différenciation des tissus.

» Les espèces que j'ai étudiées sont les *Vitis vinifera*, *V. rupestris*, *V. Berlandieri*, *V. Riparia* et les principaux hybrides obtenus entre ces diverses formes. Dans ce qui va suivre, il sera question seulement du *V. rupestris*, choisi comme exemple.

» En consultant les Annales des Bureaux centraux météorologiques de France et de Hongrie, et les Bulletins de diverses sociétés météorologiques, j'ai obtenu relativement à 38 stations en France, et à 42 en Hongrie, les documents les plus complets existant aujourd'hui.

([1]) F. Kövessi, *Recherches anatomiques sur l'aoûtement des sarments de vigne* (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 647; 11 mars 1901).

» I. *Chaleur*. — La température influe : 1° Sur la durée de la végétation et la somme de chaleur produite pendant cette durée. — 2° Sur le mode de développement des diverses parties du végétal. — 3° Sur l'humidité de l'air et du sol, et par suite indirectement sur la plante.

» 1° La durée de végétation est le temps qui s'écoule entre l'époque du débourrement et la chute des feuilles. Le Tableau suivant donne, pour diverses localités, les durées de végétation et la somme des températures pendant ce temps :

Localités.	Latitudes.	Durée de végétation.	Somme des tempér.	Localités.	Latitudes.	Durée de végétation.	Somme des tempér.
	° ′	j	°		° ′	j	°
Montpellier	43.38	244	4362.8	Arad	46.11	202	3604.9
Dijon	47.17	183	2979.6	Keszthely	46.46	195	3440.2
Nancy	48.42	180	2776.4	Budapest	47.30	190	3294.8
Paris	48.48	179	2763.4	Tokaj	48. 8	185	3134.7

» On voit que, pour les diverses régions viticoles, les durées de la végétation et les quantités de chaleur utilisées pour une même plante varient dans de très larges limites.

» 2° La température influe sur le mode de développement d'une plante. J'ai trouvé en effet que la différenciation des tissus et l'allongement des tiges exigent, pour acquérir leur optimum, des températures différentes.

» 3° La chaleur modifie l'humidité de l'air ou du sol en influant sur l'état hygrométrique et en provoquant une évaporation plus ou moins grande de l'eau terrestre.

» II. *Lumière*. — La lumière influe sur la vie végétale : 1° par son intensité; 2° par la durée pendant laquelle elle agit (durée d'insolation).

» 1° On sait que la lumière diminue d'intensité au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'équateur.

» 2° La durée effective de l'insolation dépend surtout de la fréquence des nuages. Les données météorologiques nous apprennent qu'elle est beaucoup plus grande dans le Midi que dans le Nord. A Montpellier, la moyenne annuelle de l'insolation est de 2258 heures, et à Paris de 1458 seulement.

» III. *Humidité*. — La pluie nous offre à étudier : 1° sa quantité absolue annuelle; 2° sa fréquence, c'est-à-dire le nombre des jours pluvieux; 3° sa répartition dans le courant de l'année.

» 1° La quantité absolue ne nous fournit au point de vue du climat biologique qu'un renseignement très insuffisant.

» 2° La fréquence est une donnée plus importante ; on comprend sans peine qu'une pluie tombant souvent par quantités assez faibles influera sur la végétation autrement qu'une pluie rare mais torrentielle. A Montpellier, il n'y a que 71 jours de pluie, bien que la hauteur de l'eau tombée s'élève à 785 millimètres : Montpellier est un climat sec. A Paris il ne tombe par an que 527 millimètres d'eau, mais le nombre des jours pluvieux s'élève à 166 : Paris possède un climat humide.

» 3° Enfin la pluie agit différemment sur la végétation, suivant que le maximum pluviométrique a lieu à telle ou telle époque de l'année, parce qu'à ces divers

moments les plantes ne sont pas au même état de développement. Ainsi l'effet biologique de la pluie sera tout autre à Montpellier, où le maximum des chutes de pluie a lieu en octobre et janvier, et à Nancy ou à Budapest, où ce maximum se produit en juin et juillet.

» D'après tout ce qui vient d'être dit, on voit que l'étude détaillée des données climatériques d'une contrée a une importance physiologique considérable.

» Ainsi, j'ai trouvé que le *Vitis rupestris* aoûte mal ses sarments, donne des résultats inférieurs, et dépérit fréquemment dans les régions septentrionales. D'après ce qui précède, cela n'est pas surprenant puisque dans ces régions il y a, au point de vue de l'aoûtement du *Vitis rupestris*, défaut de chaleur, défaut de lumière, excès d'humidité.

» L'excès d'humidité seul suffirait pour expliquer le mauvais aoûtement de cette espèce dans le nord de la France et de la Hongrie, puisque, même au sud, dans les environs de Montpellier, il existe des localités (Lattes, bas-fonds de Pérols, etc.) qui sont cependant chaudes et éclairées, mais humides par suite de l'eau stagnante du sol, et où l'on constate que le *Vitis rupestris* s'aoûte très mal.

» Il résulte de là que, sauf peut-être dans des localités très exceptionnelles, les régions septentrionales de la France et de la Hongrie sont, à cause de leurs conditions climatériques, tout à fait impropres à la culture du *V. rupestris*.

» En étudiant d'une part les conditions climatériques d'une contrée, et d'autre part les besoins biologiques d'une espèce de vigne, on pourra prévoir jusqu'à un certain point si la culture de cette espèce est possible, et éviter, au moins dans une large limite, des essais coûteux et infructueux. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Étude comparative de la zoospore et du spermatozoïde*. Note de M. **A. Dangeard**, présentée par M. Guignard.

« On connaît la théorie de la sexualité que nous avons substituée aux diverses interprétations qui étaient données jusqu'ici de la reproduction sexuelle (1); récemment nous rappelions encore les principes qui ont servi de base à cette théorie : « Au début de la sexualité, les gamètes ont la

(1) P.-A. Dangeard, *Théorie de la sexualité* (*Le Botaniste*, 6e série, p. 263).

» structure des zoospores asexuelles et des cellules végétatives : ce sont » des *éléments complets;* chaque gamète, considéré séparément, est le » germe d'un nouvel individu; il ne lui manque que l'énergie. A un point » de vue général, les théories des spermatistes et des ovistes n'étaient pas » contradictoires; un spermatozoïde représente une zoospore et il en est » de même de l'ovule ([1]). »

» Arrêtons-nous un instant, dans cette Note, sur la comparaison nécessaire entre le spermatozoïde et la zoospore.

» Les métazoaires et les métaphytes ont une origine commune; ils dérivent des Flagellés; parmi ces derniers, le premier organisme qui montre la reproduction sexuelle ordinaire est le *Polytoma uvella;* on peut donc prévoir que l'organisation du spermatozoïde a conservé quelques caractères de ce Flagellé.

» Il résulte de nos récentes observations sur le *Polytoma uvella* que les zoospores et les gamètes de cette espèce possèdent un appareil locomoteur beaucoup plus complexe qu'on ne l'avait supposé; il comprend :

» 1° Deux flagellums placés à la partie antérieure du corps;

» 2° Un nodule d'insertion des flagellums ou *blépharoplaste;* le blépharoplaste provient d'un épaississement de l'ectoplasme; il est légèrement chromatique;

» 3° Un filet également sensible aux réactifs colorants, pour lequel nous proposons le nom de *rhizoplaste;* le rhizoplaste part du blépharoplaste et se dirige du côté du noyau;

» 4° Le rhizoplaste peut quelquefois être suivi jusqu'au noyau : on distingue alors au point de contact avec la membrane nucléaire un petit nodule pour lequel nous proposons le nom de *condyle.*

» Examinons maintenant un spermatozoïde pendant sa formation aux dépens de la spermatide. Là aussi le flagellum montre à sa base un nodule chromatique : ce nodule se met en relation avec le noyau par un filet colorable qui est l'analogue du rhizoplaste; au contact du noyau se trouvent également un renflement chromatique que l'on peut assimiler au condyle ([2]).

» Par conséquent, le spermatozoïde, pendant sa formation, *rappelle exac-*

([1]) P.-A. Dangeard, *Programme d'un essai sur la reproduction sexuelle* (*Le Botaniste*, 7e série, p. 263).

([2]) Consulter Wilson : *The cell in development and inheritance*, p. 168-169. London, 1900.

tement l'organisation de la zoospore du Polytoma uvella, *son ancêtre* : c'est là une confirmation remarquable de notre théorie : c'est une nouvelle preuve de l'exactitude de nos conclusions.

» Là ne se borne pas cependant l'intérêt de cette étude comparative : les zoologistes s'accordent en général pour attribuer au centrosome de la spermatide la formation des diverses parties du système locomoteur du spermatozoïde; or, la cellule du *Polytoma uvella*, d'après nos observations, ne possède certainement pas de centrosome : le blépharoplaste, le rhizoplaste et le condyle sont des différenciations protoplasmiques transitoires au même titre que les flagellums; cette différence d'origine pour les appareils identiques semble, *a priori*, bien extraordinaires : aussi sommes-nous bien convaincu que le centrosome ne joue pas dans la spermatogenèse le rôle qu'on lui attribue : nous n'admettons pas plus ici que pour la karyokinèse (¹), la signification de *centre dynamique* donnée au centrosome. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles recherches cytologiques sur les Hyménomycètes* (¹). Note de M. **René Maire**, présentée par M. Guignard.

« Depuis ma Note de juillet 1900 : *Sur la cytologie des Hyménomycètes*, j'ai étudié un assez grand nombre d'espèces dont plusieurs m'ont fourni des résultats intéressants. Une partie de ceux-ci ont été publiés dans le numéro de février 1900 du *Bulletin de la Société des Sciences de Nancy*; la présente Note en résume quelques autres.

» L'*Hygrocybe conica*, dont les basides sont constamment bisporiques, m'a fourni le premier et jusqu'ici le seul exemple connu de basides se développant sans fusion nucléaire. Les cellules de la trame des lamelles sont plurinucléées, sans que j'aie pu établir si elles présentent primitivement la structure normale, caractérisée par la présence de deux *noyaux associés* (*synkaryons*). Les cellules du subhyménium ne présentent qu'*un noyau* à deux chromosomes, se divisant par des mitoses semblables à celles des basides. Il m'a été impossible de voir comment se fait la transition entre les cellules plurinucléées de la trame et les cellules uninucléées du subhyménium. La formation de la baside peut être facilement observée dans les jeunes individus : chaque cellule terminale du subhyménium s'allonge, divise son noyau comme il vient d'être dit, puis les deux noyaux fils se séparent par une cloison; la cellule supérieure se renfle et devient la baside. Le noyau de la baside grossit bientôt considérablement et celle-ci

(¹) P.-A. Dangeard, *Étude de la karyokinèse chez l'*Amœba hyalina (*Le Botaniste*, 7ᵉ série, 10 février 1900).

commence à élaborer des matières grasses. Pendant ce travail, on constate des phénomènes cytologiques comparables à ceux décrits dans les cellules glandulaires, les oocytes, les cellules sécrétrices des nectaires, les téleutospores en formation des Urédinées, etc., c'est-à-dire l'apparition dans le protoplasma d'éléments basophiles (*ergastoplasma*), l'oxychromatisation et la chromatolyse partielle du noyau. La division du noyau de la baside se fait en pleine période d'activité élaboratrice de celle-ci, dans une petite aréole claire; on compte facilement deux chromosomes au début de la métaphase et la mitose est entièrement normale. Les deux noyaux fils prennent aussitôt après leur formation les caractères des noyaux des cellules sécrétrices, et l'élaboration de matières grasses continue jusqu'à la formation des deux spores, où les deux noyaux passent chacun avec la moitié de la quantité d'huile formée par la baside qui reste vide. Aussitôt arrivé dans la spore, le noyau y subit une mitose.

» On voit que l'*Hygrocybe conica* présente un double intérêt : 1° elle constitue une exception, la seule jusqu'ici, à la loi de la formation des basides établie par Dangeard; 2° elle est un excellent argument contre la généralité de la loi énoncée ainsi par mon excellent maître M. Prenant (¹) : « Toute cellule qui se divise est incapable de produire et ne fonctionne » pas. » D'après mes recherches, publiées ou inédites, cette loi doit être restreinte aux cellules du soma; quant aux cellules reproductrices, qui ne sont pas encore différenciées, elles peuvent accomplir plusieurs fonctions à la fois, comme les cellules des Protozoaires et Protophytes, il n'y a là qu'un cas particulier de la corrélation de l'ontogenèse et de la phylogenèse.

» L'étude attentive des mitoses dans les basides d'un grand nombre d'espèces de genres variés m'a permis de mettre en lumière une particularité de leur prophase. Cette particularité explique l'indécision des auteurs qui, comme Wager et Juel, se sont occupés de cette question, au sujet du nombre des chromosomes. Nous avons pu constater qu'après l'apparition des centrosomes et du fuseau et la disparition partielle ou totale de la membrane nucléaire, les filaments chromatiques se transforment d'abord, non en chromosomes, mais en granulations très chromatophiles, de *nombre variable*, qui se trouvent placées souvent sans ordre sur le fuseau, et qui ont été jusqu'ici prises pour des chromosomes. Ces *protochromosomes*, comme nous proposons de les désigner, se réunissent à la fin de la prophase en *deux chromosomes* définitifs, situés côte à côte au milieu du fuseau, et qui se divisent généralement *longitudinalement*. Cette par-

---

(¹) Prenant, *Sur le protoplasma supérieur* (*Journal de l'Anat. et de la Phys.*, XXXVᵉ année, p. 703; 1899).

ticularité explique comment Wager a donné pour *Mycena galericulata* une figure d'anaphase qui, d'après mes recherches, est certainement une prophase. Elle complique singulièrement l'étude des mitoses des basides. Quoi qu'il en soit, sa connaissance, aujourd'hui acquise, me permet de rectifier certaines conclusions données dans ma Note de juillet 1900, concernant le nombre des chromosomes chez les *Psathyrella, Pholiota, Amanita,* etc.; ce nombre, que je croyais de quatre, est en réalité de deux seulement, comme chez les Urédinées. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une forme conidienne du champignon du Black-rot* [Guignardia Bidwellii (*Ellis*) *Viala et Ravaz*]. Note de M. **G. Delacroix**, présentée par M. Prillieux.

« Le Champignon du Black-rot [*Guignardia Bidwellii* (Ellis) Viala et Ravaz] possède, d'après M. Viala (¹), une forme conidienne à conidies ovoïdes, hyalines, simples, placées au sommet de ramifications verticillées, une forme se rapportant à un *Verticillium* ou plutôt à un *Acrocylindrium,* d'après le dessin donné par M. Viala. Cette forme qui, d'après l'auteur, apparaît sur les sclérotes, semble assez rare, et je ne l'ai pas observée jusqu'ici.

» La forme dont je parle est tout autre. On la trouve aussi bien sur les sclérotes que sur les pycnides ou les spermogonies. Elle apparaît sous forme d'une fine moisissure d'un brun verdâtre foncé, visible à la loupe, couvrant la partie de l'organe du champignon située en dehors des tissus de la plante hospitalière. Je ne l'ai observée jusqu'ici que sur grains de raisin.

» Cette forme conidienne appartient certainement aux sclérotes ou aux conceptacles; elle constitue, sur le sommet de ces organes, un stroma qui augmente notablement l'épaisseur de la membrane noire et se continue directement avec elle. La surface du stroma donne naissance, par sa portion extérieure, à des filaments bruns, à peine cloisonnés, sinon près de leur base, tortueux, d'un diamètre moyen de 5μ, de longueur variable, émettant de place en place et irrégulièrement des ramifications en général courtes et presque divariquées. Le filament principal et les ramifications, au moins les supérieures, s'étranglent souvent à leur sommet et fournissent ainsi une conidie qui ne tarde pas à tomber. Ces conidies sont brunâtres, ovoïdes, d'une dimen-

(¹) Pierre Viala, *Les Maladies de la Vigne,* 3e édition, p. 186, *fig.* 56 et 57; 1893.

sion moyenne de 15μ à 17μ de longueur sur 7μ à 9μ de large; elles restent simples en général, mais peuvent parfois prendre une cloison médiane.

» Cette fructification conidienne se rapproche à la fois des formes *Cladosporium* ou *Scolecotrichum*.

» Dans le cas d'une pycnide ou d'une spermogonie, l'ostiole est respecté et traverse le stroma; la production des stylospores ou des spermaties n'est nullement entravée et, sur des pycnides ayant terminé leur évolution, je n'ai pas vu les filaments former de nouvelles conidies après la chute des premières.

» Les conidies germent par production d'un simple filament dont je n'ai pu observer que la première phase de développement. J'ai trouvé ces conidies germées sur place; et comme les échantillons avaient été placés dès leur arrivée dans l'alcool, il ne m'est pas possible de dire le rôle de cette forme dans la dispersion de la maladie, étant donnée l'absence d'infections sur des raisins.

» La forme conidienne en question semble peu répandue en France. Depuis 1893, je l'ai reçue seulement de trois localités : environs de Muret (Haute-Garonne), sur sclérotes et pycnides; environs de Périgueux, sur sclérotes et spermogonies; Lherm, près Cahors, sur sclérotes et pycnides.

» Cette forme conidienne semble avoir été observée par M. F. Lamson Scribner dès 1886 (¹). Il en a donné un dessin imparfait reproduit par Fréchou (²), qui cependant a confondu cette forme avec celle dont parle M. Viala. D'après M. Scribner, on observerait fréquemment cette forme après un temps très pluvieux, aux États-Unis. »

ASTRONOMIE. — *Position et vitesse approchées d'un bolide*. Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. Lœwy.

« Le 24 septembre 1900, nous eûmes l'occasion d'apercevoir un bolide assez important; les conditions de l'observation furent très précises (³) comme position, trajectoire, heure, couleur et durée, de sorte qu'il y avait là de bons éléments pour déterminer plus complètement le météore. D'autre part, ce fait fut porté à la connaissance de M. L. Havet par le journal, c'est-à-dire sans autre détail qu'une mention de l'apparition, et

---

(¹) *Annual Report of the Department of Agriculture, report of the mycologist*, F.-L. Scribner, Washington, 1887, p. 110, pl. III, *fig*. 4.

(²) Fréchou, *Le Black-rot et son traitement*, Agen, 1889.

(³) *Comptes rendus*, 1er octobre 1900.

M. L. Havet fut assez aimable pour nous écrire spontanément, puis nous donner les très intéressants détails que voici :

» ... Je vois que, le 24 septembre, vous avez relevé le passage d'un bolide. Je crois devoir vous signaler le *double* phénomène que j'ai moi-même constaté, le même soir, à Rochecorbon. J'étais dans un jardin au bord de la Loire, rive droite, à 8^{km} en amont de Tours.

» 1° Vers 9 h., mes yeux furent attirés par une lueur claire, plutôt bleue que jaune, qui s'élargissait comme celle d'une fusée de feu d'artifice qui éclate. Elle disparut presque aussitôt. Elle était située *un peu* au-dessous du carré de Pégase, et formant avec les deux étoiles les plus méridionales un triangle isoscèle obtus, angle de 120° peut-être. L'hypothèse d'une fusée étant topographiquement absurde, je songeai successivement à des explications non moins insoutenables : projection subite d'un rayon électrique, réflexion sur quelque petit nuage de quelque éclair lointain (il y en avait eu beaucoup vers l'Est)... Je me demandai même si la lueur n'avait pas son siège dans une nacelle de ballon. Mais, persuadé que cette apparition instantanée ne pouvait avoir rien d'intéressant, je ne songeai pas à regarder l'heure, et je n'y pensai plus. Je n'avais jamais vu de bolide ;

» 2° Plus tard, dans la soirée, j'aperçus comme une étoile filante qui presque aussitôt se changea en une lueur grandissante, *pareille à la précédente*; le mouvement de translation se perdait dans cet épanouissement de la lueur. Celui-ci se passait encore au-dessous du carré de Pégase, mais plus au sud; il était peut-être un peu moins éloigné du carré que de Fomalhaut. Ma montre (qui n'est pas une horloge astronomique) marquait $10^h 5^m$. La lueur s'éteignit très vite comme l'autre. Persuadé, cette fois, qu'il s'agissait d'un bolide, j'écoutai en vain, pendant plusieurs minutes, s'il ne m'arriverait pas un bruit d'explosion qui pût fournir une indication de distance....

» Mes deux apparitions ont duré *quelques secondes*, c'est tout ce que je puis dire. Dans la seconde, l'aspect d'étoile filante a été court; au plus égal à la distance de la ligne Cassiopée-Persée-Chèvre qui limitait mon ciel à gauche (à cause de la falaise), au point d'épanouissement situé sous Pégase. La direction était vaguement parallèle au mouvement diurne; je ne puis préciser plus.

» Je n'ai pas remarqué de tête colorée... et je n'ai pas eu la présence d'esprit d'y songer. La lueur formait une figure allongée, comme un triangle obtusangle, un trapèze ou un tricorne, posé sur la ligne de direction générale et reposant sur son plus grand côté.

» Mon poste d'observation est au coude de la Loire... entre Vouvray et Rochecorbon. Mon regard enfilait le cours supérieur, et c'est au-dessus du fleuve que j'ai vu Pégase et le bolide. »

» Telles sont les intéressantes descriptions que M. L. Havet veut bien donner pour les deux bolides qu'il aperçut, le même soir, dans la même région; d'ailleurs, les détails qu'il fournit, s'ils manquent d'une grande précision, permettent néanmoins d'adopter comme coordonnées moyennes

de la seconde apparition

$$\mathcal{R} = 23^h 35^m, \quad \delta = -6^\circ$$

tandis que le bolide que nous apercevions à la même heure peut être situé par

$$\mathcal{R} = 22^h, 40^m, \quad \delta = -30^\circ.$$

» La base du triangle dans l'espace est alors de 159^{km} et il ne reste, pour identifier ces deux bolides, qu'à transformer ces coordonnées en azimuts et hauteurs; par rapport à la droite qui joint les deux points d'observation, les deux azimuts sont, vers l'est, 6°23′ et 25°35′, tandis que les hauteurs égalent 10°54′ et 33°24′. On peut alors aisément calculer la hauteur du point de disparition du bolide, et l'on trouve en chiffres ronds 40^{km}; tenir compte aussi des éléments de trajectoire que nous avons fournis et du temps employé à la parcourir.

» Ainsi, en résumé, ce bolide dut parvenir dans les environs d'Angoulême, avec une vitesse supérieure à 4^{km} par seconde; il dut être entièrement consumé, d'après l'observation que nous en pûmes faire et, même s'il avait éclaté, on pouvait ignorer le bruit de sa détonation à une soixantaine de kilomètres. »

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 mars 1901.

(*Suite.*)

Verhandlungen der Russich-kaiserlichen mineralogischen Gesellschaft zu St-Petersburg; 2e série, XXXVIIIer Bd, Lif. 1 u. 2. Saint-Pétersbourg, 1899-1900; 2 vol. in-8°.

Materialien zur Geologie Russlands, herausgeg. v. der Kaiserlichen Mineralogischen Gesellschaft; Bd XX. Saint-Pétersbourg, 1900; 1 vol. in-8°.

Jahrbuch der Königl. sächsischen meteorologischen Institutes, 1898; Jahrgang XVI, 1. Abtheilung. Chemnitz, 1900; 1 fasc. in-4°.

Journal of the Royal microscopical Society, edited by A.-W. Bennett; 1901, part I. Londres; 1 fasc. in-8°.

Académie royale de Belgique. Bulletin de la Classe des Sciences, 1901, n° 1. Bruxelles; 1 fasc. in-8°.

Boletin de la Sociedad española de Historia natural; t. I, num. 1. 1901. Madrid; 1 fasc. in-8°.

Archivo bibliographico da Bibliotheca da Universidade de Coimbra; n° 1. Coïmbre, 1901; 1 fasc. gr. in-8°.

Lick Observatory University of California; Bul. n° 1. 1 fasc. in-4°.

Modern Medicine. Bulletin of the Laboratory of Hygiene Battle Creek Sanitarium. vol. X, n° 1. Battle Creek, Michigan, 1901; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 MARS 1901.

Expéditions scientifiques du « Travailleur » et du « Talisman » pendant les années 1880-1883. Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique, sous la direction de A. MILNE-EDWARDS, membre de l'Institut. *Crustacés décapodes,* 1re partie : *Brachyures et Anomoures,* par A. MILNE-EDWARDS et E.-L. BOUVIER. Paris, Masson et Cie, 1900; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

François Quesnay. Livre d'Or, 1900; publié par JULES ALLAIN-LE CANU. Versailles. impr. Aubert. 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Joannes Chatin. Hommage de l'Auteur.)

Spectroscopie critique des pigments urinaires normaux, par E. GAUTRELET. Paris, O. Berthier, 1900; 1 vol. in-8°. (Pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

L'hypertrophie sénile de la prostate, par le Dr A. GUÉPIN. Paris, Vigot frères, 1900; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

La fièvre typhoïde dans l'Aisne et le rôle typhogène de l'eau d'alimentation, par ÉMILE LONCQ. Laon, 1901; 1 fasc. in-8°.

Carte lithologique sous-marine des côtes de France, par M. THOULET, feuilles 1-7. Paris, Augustin Challamel. 7 feuilles colombier.

Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble, 1899-1900; t. V, 2e et 3e fasc. Grenoble, 1900-1901. 2 fasc. in-8°. (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

Description des machines et procédés pour lesquels des Brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1884, publié par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. *Publication in extenso,* 1899 (1re partie). Paris, Imprimerie Nationale, 1900; 1 vol. in-8°.

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Annuaire pour l'année 1901. Paris, typ. Chamerot et Renouard, 1901. 1 fasc. in-18.

Revue maritime, t. CXLIII, 472e livraison, janvier 1901. Paris, R. Chapelot et Cie. 1 fasc. in8°.

Annales d'Hydrologie et de Climatologie médicales, directeur : ALBERT ROBIN; t. VI, n° 1, janvier 1901. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. in-8°.

Bulletins et Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse, 1899-1900. Toulouse, 1900; 1 vol. in-8°.

Corrélations régulières supplémentaires du système planétaire, par SERGE SOCOLOW. Moscou, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Forsögsmöllen. I. *Forsögsmölle i Askov.* II. *Verjmöllers Arbejdsevne,* af POUL LA COUR. Copenhague, 1900; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société scientifique de Bruxelles, 25e année, 1900-1901, 1er fasc. Louvain, 1901; 1 fasc. in-8°.

The Journal of the American Chemical Society, vol. XXIII, n° 1. Easton, Pa., 1901; 1 fasc. in-8°.

Annals of the astronomical observatory of Harward College, EDWARD-C. PICKERING, director; vol. XLIII, part I. Cambridge, Mass., 1901; 1 fasc. in-4°.

Registro official de la Republica de Ecuador, ano VII, num. 1293-1315. Quito, 1901; 24 fasc. petit in-f°.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, **deux volumes in-4°**. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement **est** annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Marche.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Co. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Petersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier
Varsovie	Gebethner et Wolff
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix.......... **15 fr.**

Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix.......... **15 fr.**

Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix.......... **15 fr.**

Tomes 92 à 121. — (1er janvier 1881 à 31 décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix.......... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I: Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856.......... **15 fr.**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15 fr.**

À la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 13.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 1er avril 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

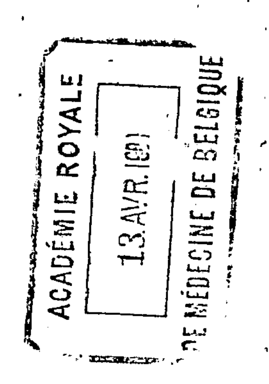
CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS

1901

PREMIER SEMESTRE



COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 14 (9 Avril 1901).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 9 AVRIL 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

SCIENCES EN GÉNÉRAL. — *Sur l'utilité scientifique d'une langue auxiliaire internationale.* Note de M. H. SEBERT.

« J'ai l'honneur de signaler à l'Académie une lettre qui vient de lui être adressée, au nom d'un groupe de personnes déléguées par plusieurs Congrès et Sociétés, à la suite de l'Exposition universelle de 1900, pour provoquer l'adoption d'une langue auxiliaire internationale.

» Cette lettre demande à l'Académie d'inscrire la question dont il s'agit au nombre de celles qui seront traitées dans la session de l'Association internationale des Académies qui va s'ouvrir.

» L'époque tardive à laquelle elle est arrivée n'a pas permis d'y donner suite en temps utile, et il ne pourra sans doute être procédé à l'examen de la question qu'elle soulève que dans une session ultérieure de l'Association.

» Mais cette question, par son importance et par la façon dont elle se présente aujourd'hui, me paraît mériter de retenir un instant l'attention de l'Académie.

» Communiquée dans un cercle restreint et un peu au hasard, la lettre dont il s'agit a recueilli, en quelques jours, de nombreuses et chaleureuses adhésions.

» Dans notre seule Compagnie, une vingtaine de nos confrères, sous les yeux desquels cette adresse a passé, y ont apposé leur signature pour en demander la prise en considération, et je pense que la liste de ces signatures aurait été beaucoup plus longue encore si le temps avait permis à un plus grand nombre d'entre eux de prendre connaissance de la question.

» D'autres signatures ont été également données par quelques-uns de nos confrères des autres Sections de l'Institut et, à Paris même, un grand nombre en ont encore été recueillies parmi les notabilités scientifiques, les membres des corps enseignants et les membres de diverses Sociétés savantes.

» Le mouvement s'est propagé aussi en province, dans les différents centres universitaires, et des signatures nouvelles arrivent chaque jour en nombre considérable.

» La ville de Dijon surtout s'est signalée en envoyant l'adhésion de la presque totalité des professeurs de son Université et de ceux de ses Facultés et Écoles spéciales, et ce résultat est dû à l'extension qu'a prise dans cette ville l'étude d'un système particulier de langue internationale.

» Ces faits indiquent combien le problème de l'adoption d'une langue auxiliaire, pouvant faciliter les relations entre les personnes de nationalités étrangères, provoque en ce moment l'attention du monde savant et combien sa solution répondrait à un besoin universellement ressenti.

» Il est certain que cette solution peut avoir une heureuse influence sur la diffusion de la civilisation et de la Science dans toutes les parties du monde, et, à ce point de vue, elle ne peut manquer d'intéresser l'Académie des Sciences.

» Il importe d'ailleurs de bien préciser la façon dont la question doit être aujourd'hui envisagée :

» Il ne s'agit pas de la recherche utopique d'une langue universelle destinée à être substituée aux idiomes nationaux des différents peuples; trop d'essais malheureux ont été faits déjà de cette conception erronée et ont longtemps retardé la solution cherchée.

» Il ne peut être question aujourd'hui que de la création d'une langue

auxiliaire destinée à servir, à côté des idiomes nationaux, aux relations écrites et orales entre des personnes de langue maternelle différente.

» On sait que l'un de nos Associés étrangers, le regretté Max Muller, avec sa grande autorité, a déclaré que la conception d'une langue artificielle appelée à jouer ce rôle est certainement réalisable, et il a ajouté que cette langue artificielle peut être beaucoup plus régulière, plus parfaite, plus facile à apprendre que n'importe laquelle des langues naturelles de l'humanité.

» Il est permis d'affirmer aujourd'hui qu'en formulant cette appréciation, il visait une des solutions récemment proposées pour cet intéressant problème, solution dont j'aurai l'occasion de dire quelques mots plus loin.

» La lettre adressée à l'Académie des Sciences par la délégation pour l'adoption d'une langue auxiliaire internationale, après avoir rappelé les noms de quelques-uns des esprits éminents qui, depuis Bacon, Pascal et Leibniz jusqu'à nos jours, ont abordé l'étude de cette question, présente clairement un résumé des conditions que doit remplir la langue auxiliaire internationale cherchée.

» Je ne crois pas inutile de rappeler ici ce résumé :

» On demande avant tout à cette langue d'être capable de servir aux relations habituelles de la vie sociale, aux usages commerciaux et aux rapports scientifiques et philosophiques.

» On lui demande aussi d'être d'une acquisition facile pour toute personne d'instruction élémentaire moyenne et spécialement pour les personnes de civilisation européenne.

» Il est reconnu qu'elle ne peut être l'une des langues nationales existantes, et même on admet que la solution cherchée ne peut être avantageusement obtenue par l'emploi d'une langue ancienne, alors même qu'on en simplifierait la grammaire ou qu'on en enrichirait le lexique.

» Seule la création d'une langue artificielle nouvelle peut permettre de réaliser les avantages de simplicité, d'unité et de méthode qui peuvent être obtenus par la réunion d'éléments empruntés aux langues en usage dans les différents pays.

» Seule aussi, par un choix judicieux des racines employées pour la formation des mots, cette solution peut conduire à l'adoption d'un lexique d'emploi commode, c'est-à-dire facile à comprendre et à retenir, pour la grande majorité des habitants de notre continent.

» Le programme ainsi formulé a reçu, ainsi que je l'ai dit, de nombreuses et importantes adhésions.

» Bien que la délégation soit restée jusqu'à ce jour sur un terrain de neutralité entre les différents systèmes qui peuvent être mis sur les rangs

pour y satisfaire, cet accueil me paraît dû, en grande partie, à ce fait que beaucoup de personnes considèrent déjà aujourd'hui le problème comme résolu d'une façon satisfaisante et à peu près complète et croient le moment venu de généraliser, sans plus attendre, l'application de cette solution particulière.

» Une langue artificielle, qui est habituellement désignée sous le nom d'*Esperanto* et qu'a fait connaître, vers 1887, un médecin russe, M. le docteur Zamenhof, de Varsovie, s'est en effet peu à peu répandue dans toutes les parties du monde, malgré le discrédit jeté sur des tentatives de ce genre par de récents et malencontreux essais antérieurs de systèmes mal conçus (¹).

» Le succès de cette langue est dû à des mérites réels :

» Sa grammaire, dont les règles ne comportent aucune exception, est aussi simplifiée que possible; son vocabulaire est remarquable par le choix heureux de ses racines qui ont été empruntées aux éléments les meilleurs des langues étrangères, de façon à leur donner le plus possible un caractère international; la prononciation uniforme des lettres est assurée par des règles simples; la traduction de textes écrits en cette langue peut être faite en tout idiome par une personne quelconque parlant cet idiome, à l'aide de simples dictionnaires et sans initiation spéciale.

» Cette langue est enfin facile à apprendre, en peu de temps et sans maître, pour tout homme d'éducation moyenne.

» Aussi la propagation s'en est faite presque seule, par une sorte d'infiltration lente et continue. Elle s'est opérée simplement à l'aide de petits manuels dont le nombre s'accroît chaque jour, et qui en permettent dès maintenant la traduction en vingt et un idiomes différents.

» On estime déjà à quarante ou cinquante mille le nombre des personnes qui pratiquent cette langue et qui sont réparties dans les contrées les plus éloignées. Elle s'est répandue d'abord en Russie et dans les pays où l'on parle les langues tchèques et slaves, puis en Allemagne, en Suède et en Norvège, et ce n'est qu'à une époque relativement récente qu'elle a pénétré en France, où ses progrès, assez lents d'abord, se sont accélérés peu à peu.

» Cette langue a rencontré en tous lieux des partisans convaincus, et le

(¹) On doit signaler notamment parmi ceux-ci le *Volapuk* dont la vogue récente et passagère n'a pu être due qu'à ce qu'il répondait, au moins en apparence, à un besoin véritable.

mouvement d'opinion qu'ont provoqué en sa faveur ceux qui en ont approfondi l'étude s'accentue avec rapidité.

» Il y a plus d'un an déjà que notre confrère M. Méray, Correspondant de la Section de Géométrie, nous en signalait l'existence par une Note remplie de faits et de documents probants qui n'a pas été publiée jusqu'à ce jour [1].

» Il faisait remarquer que cette langue pourrait bientôt permettre facilement aux hommes de science d'assurer la lecture de leurs productions par leurs confrères étrangers et par les étudiants de tous pays, en n'exigeant pour cela qu'une seule traduction de ces œuvres, traduction qui pourrait bénéficier d'un tirage suffisant.

» Il suggérait l'idée d'entreprendre tout d'abord la publication de bibliographies en langue Esperanto, pour faire connaître en tous lieux l'apparition et l'analyse des publications récentes sur tous les sujets d'actualité.

» Il n'est pas nécessaire d'insister sur l'intérêt que présenteraient ces résultats, car tous les spécialistes savent combien il devient difficile de suivre les travaux faits dans les différents pays où la Science pénètre peu à peu, par suite de la tendance que les auteurs appartenant à des nations récemment entrées dans le courant scientifique manifestent de plus en plus à publier leurs travaux dans leurs langues nationales.

» De nouveaux faits sont venus renforcer encore la conviction de M. Méray et affermir sa confiance dans le succès prochain de la langue Esperanto. Il les a exposés dans un commentaire dont il a fait précéder sa signature sur la feuille d'adhésion à la lettre que j'ai l'honneur de signaler à l'Académie.

» Dans tous les pays où cette langue a pénétré, des attestations, émanant d'hommes autorisés et compétents, sont venues en affirmer les mérites et les avantages, et ces appréciations favorables ont trouvé des échos en France, dans toutes nos Académies [2].

---

(1) M. Ernest Naville, Associé étranger de l'Académie des Sciences morales et politiques, a envoyé également, en janvier 1899, à cette Académie un Mémoire *Sur la langue internationale*, qui a été lu en séance par M. Georges Picot.

(2) Léo Tolstoï, après avoir proclamé l'incroyable simplicité de l'Esperanto, déclare que les sacrifices que fera tout homme de notre monde européen en consacrant quelque temps à l'étude de cette langue sont si petits et les résultats qui peuvent en découler si grands qu'on ne peut pas se refuser à faire cet essai.

» Tous ces faits constituent, en faveur de l'opportunité de l'adoption de cette langue, un ensemble d'arguments imposant.

» Des objections ont pu, il est vrai, être formulées contre certaines particularités ou certains détails du système. Ce n'est pas ici le lieu de les exposer, et il suffira de dire que, sans nier que le système puisse être encore perfectible en certains points, ces objections ont été sérieusement discutées et ont été victorieusement réfutées dans une série de publications auxquelles il est facile de renvoyer (¹).

» Je crois en avoir assez dit pour montrer que l'Académie des Sciences, malgré la spécialisation de ses études, ne doit pas se désintéresser de cette question, qui ne pourra manquer d'être mise prochainement à l'ordre du jour des travaux de l'Association internationale des Académies.

» L'Académie devra forcément, en tout cas, y intervenir un jour pour la préparation des vocabulaires techniques spéciaux qui seront nécessaires pour compléter les manuels d'usage courant actuels, afin de permettre l'application de cette langue aux besoins des diverses branches des sciences.

» Comme introduction à ces études, les deux Notes que M. Méray nous a adressées à un an de distance constituent des documents intéressants. Elles sont utiles à publier, ne serait-ce que pour garder trace du rôle que l'Académie aura eu à jouer au début d'une entreprise qui peut avoir les plus féconds résultats tant au point de vue scientifique qu'au point de vue économique et social. J'ai l'honneur de proposer à l'Académie de vouloir bien en autoriser l'impression, au moins partielle, à la suite de cette Communication. »

SCIENCES EN GÉNÉRAL. — *Sur les services que peut rendre aux Sciences la langue auxiliaire internationale de M. le Dr Zamenhof, connue sous le nom d'*Esperanto. Note de M. **Ch. Méray**.

« Il serait puéril d'insister devant l'Académie sur la très grave incommodité qu'infligent à tous les hommes civilisés, aux savants en particulier, la

(¹) Consulter à ce sujet : Couturat, *Pour la langue internationale*. Paris, 1901. — Dr Zamenhof, traduit par de Beaufront, *Manuel complet de la langue Esperanto*. Paris, Lesoudier, 1897; 3e édition. — De Beaufront, *Commentaires sur la grammaire Esperanto*. Épernay, 1900; et articles parus dans le journal *l'Esperantiste*; 1898-1901.

diversité des langues naturelles et la difficulté de leur acquisition pour les étrangers. Cette situation trop connue a fait naître, elle rend de plus en plus pressant le besoin de quelque idiome artificiel facile qui pût immédiatement servir d'interprète entre tous ceux qui ne parlent pas une même langue nationale; et ce besoin est si ancien, si impérieux qu'à cette heure les érudits ne comptent pas moins de 150 langues internationales ayant été au moins projetées pendant le cours des deux derniers siècles. Un instant il a paru trouver satisfaction dans le *Volapuk*, proposé en 1879 par M. l'abbé Schleyer, très savant linguiste allemand, puis essayé presque partout avec un entrain extraordinaire. Mais l'événement n'a pas répondu aux efforts, aux espérances des premiers jours : le *Volapuk* avait contre lui de graves défauts dans sa construction, une facilité d'acquisition beaucoup trop insuffisante, et partout aussi, il a été successivement abandonné, quoiqu'en Autriche-Hongrie, pays particulièrement tourmenté par la confusion des langues, une poignée d'adeptes, dit-on, lui resterait encore fidèle.

» Tel n'est aucunement le cas de l'*Esperanto*, langue auxiliaire entièrement différente, due à un médecin russe, M. le D[r] Zamenhof, de Varsovie, qui en a publié les principes en 1887 sous le pseudonyme *doktoro* ESPERANTO, d'où le nom resté à son œuvre. La valeur linguistique intrinsèque de l'*Esperanto* a été sanctionnée par les suffrages d'hommes comme M. Max Muller, Associé étranger de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres; comme M. Ernest Naville, Associé étranger de l'Académie des Sciences morales et politiques, qui lui a consacré un Mémoire spécial lu par M. G. Picot, Secrétaire perpétuel, dans les séances des 28 janvier et 4 février 1899, puis imprimé dans les *Séances et Travaux* de la même Académie; comme le célèbre écrivain russe L. Tolstoï qui a écrit à son propos : « ... Il est si facile à apprendre qu'ayant reçu, il y a six ans, une grammaire, un dictionnaire et des articles sur cet idiome, j'ai pu arriver, au bout de deux petites heures, sinon à écrire, du moins à lire couramment la langue ». Sa valeur pratique lui a déjà attiré environ 40000 adeptes disséminés sur tous les points du globe, principalement en Russie, en Suède et dans les pays de langue française. Les noms et adresses de 5000 *espérantistes* sont libellés sur un *Adresaro* remis à jour chaque année par les soins de M. le D[r] Zamenhof, annuaire au moyen duquel plus d'un voyageur, aventurés en pays étrangers, ont pu découvrir interlocuteurs et guides improvisés. Enfin, les progrès de l'*Esperanto*, assez prononcés à cette heure pour avoir exigé des éditions de son *Manuel*, imprimées en

18 langues, sont dirigés, de la France (sans parler de la Russie) par la *Société pour la propagation de l'Esperanto* [Président : M. L. de Beaufront, à Paris; Secrétaire : M. René Lemaire, à Épernay (Marne)], qui a des adhérents partout. Dans l'Annuaire de cette Société pour 1899-1900, je trouve le nom de plusieurs professeurs et maîtres de nos trois ordres d'enseignement public; j'y lis ceux de quantité de personnes de toutes conditions, éparses dans toutes les contrées de l'Europe, en Asie jusqu'à Vladivostok, en Afrique (Algérie, Tunisie, Soudan), en Amérique, de l'Alaska au Brésil, en Océanie (Nouvelle-Calédonie). Il est hors de doute que la diffusion de l'*Esperanto* aurait été très rapide, que peut-être elle couvrirait le monde civilisé, sans les préjugés et les défiances que la faillite du *Volapuk* a ravivés, plus aveugles et tenaces que jamais, sous les pas de toute langue internationale.

» Certes, je ne suis pas assez présomptueux pour penser que, *aux yeux de ceux à qui les faits étaient déjà connus*, mon autorité puisse compter à côté de celle des spécialistes éminents dont je viens de citer les noms. Mais ayant appris le nom même de l'*Esperanto* il y a moins de six semaines, ayant été immédiatement et très vivement frappé par sa construction éminemment logique et ingénieuse, extraordinairement simple, par son incroyable facilité, par son aptitude à reprendre avec une incomparable supériorité le rôle si utile que le latin a pu jouer longtemps entre les savants de nationalités différentes, ayant découvert enfin avec une sorte de stupéfaction que le monde scientifique l'ignore encore à fort peu près totalement, j'ai pensé qu'il ne serait pas inutile de faire part à l'Académie de mes appréciations personnelles, basées non pas sur des dires d'autrui, mais sur mes propres constatations.

» Les difficultés grammaticales, si ardues dans toutes les langues naturelles, sont *nulles* dans l'*Esperanto*, car son code linguistique, construit non plus par l'ignorance et l'insouciance des masses humaines, mais par un art consommé, ne comporte que 16 règles et 17 terminaisons grammaticales, toutes si nettes et si simples qu'il suffit de *dix minutes* pour les lire et de la première application pour les graver irrévocablement dans la mémoire. Les difficultés orthographiques sont nulles aussi, parce que, d'une manière invariable, tout son émis se note, toute lettre écrite se prononce. Les *racines* ont été tirées, par voie de sélection très habile et de simplification, de celles qui ont le plus d'extension dans les grands idiomes des races européennes, en majeure partie du latin dont les traces sur tous sont si nombreuses et profondes. Aussi leur traduction se fait généralement à vue,

surtout pour les Néo-Latins ayant une teinture de l'allemand et de l'anglais, et pour les hommes d'autres peuples connaissant un tant soit peu notre langue. Les combinaisons de ces racines, soit entre elles (comme dans l'allemand), soit avec des suffixes modificateurs peu nombreux et très judicieusement choisis, soit avec les terminaisons grammaticales, fournissent avec la dernière aisance des mots innombrables de toutes fonctions, dont l'ensemble forme indubitablement la langue la plus riche, la plus flexible et la plus précise qui ait jamais existé; et cette langue capable de suivre la pensée moderne dans toutes ses complications, dans toutes ses nuances, est cependant plus facile, vingt fois peut-être, que la plus accessible des langues naturelles, le latin *scientifique* compris. Sa prononciation est très coulante, parce que les heurts de consonnes dures ont été adroitement évités, ainsi que les sons d'une émission difficile pour certains Européens.

» Ces qualités, sans pareilles dans les langues connues, expliquent comment j'ai pu, en me jouant pour ainsi dire, lire les textes de celle-ci, un peu au bout de huit jours et très facilement au bout de quinze, à en écrire ma première page à fort peu près correcte au bout de trois semaines; comment, depuis lors, il m'est possible de lire, presque aussi facilement que du français, des textes imprimés en *Esperanto* et tout aussi bien des lettres de l'Étranger (qui ne sont plus rares). Je suis certain, en outre, qu'en m'y appliquant pendant peu de jours j'arriverais sans peine à écrire un mémoire scientifique, à soutenir une conversation pratique.

» Tout le monde n'ayant évidemment qu'à recommencer ce que je viens de faire pour obtenir les mêmes résultats, j'ai la conviction certaine qu'aux savants de tous pays il suffirait d'un mois d'efforts très légers, pour que leur langage fût immédiatement unifié, dans leurs publications comme dans leurs correspondances particulières. Pour commencer, un moyen des moins hasardeux consisterait à employer l'*Esperanto* à rédiger des indications et notices dans les recueils bibliographiques en possession d'une publicité européenne. On tarderait peu à reconnaître partout ses mérites, puis à lire des mémoires originaux écrits dans cette langue, comme il en paraît quelquefois encore en latin.

» A tous ceux qui voudront bien prendre la peine d'examiner, comme je l'ai fait, les choses par *eux-mêmes*, je n'hésite pas à affirmer que, malgré l'exagération dont ils taxeront très probablement mes appréciations, ils seront étonnés, eux aussi, de la facilité de l'*Esperanto*, de son caractère éminemment pratique, et que leurs vœux s'ajouteront immédiatement aux

miens en faveur d'une prompte exploitation de ce merveilleux instrument de commerce intellectuel international. Pour cet examen et pour une étude de l'*Esperanto* poussée fort loin, le matériel suffisant se réduit aux trois opuscules suivants de M. le Dr Zamenhof, d'un prix modique : *Manuel complet* (pour les Français), *Ekzercaro*, *Universala vortaro*.

» *P. S.* — L'année qui a passé sur ces lignes, écrites en mars 1900, n'a fait qu'en corroborer beaucoup de points. J'ai pu éprouver complètement la valeur pratique de la langue par 132 correspondances en *Esperanto*, roulant sur toutes sortes de sujets, que j'ai reçues de 52 étrangers habitant des localités très variées des deux mondes, appartenant aux langues russe, polonaise, bulgare, tchèque, roumaine, italienne, espagnole, portugaise, danoise, suédoise, anglaise, ainsi que par la centaine de réponses (et plus) qu'elle m'a permis de leur faire très facilement. Les rangs espérantistes se sont partout grossis : de plus de cent unités, par exemple, dans la seule ville de Dijon, ma résidence, où quatre conférences ont suffi pour appeler à l'idée une quarantaine de professeurs, ingénieurs, médecins, avocats, ..., la Chambre de commerce et de très grands groupes commerciaux, une quantité d'adeptes de toutes professions. Dans tout ce mouvement il y a beaucoup à remarquer les apports du monde des sciences naguère si indifférent ; accidentels autrefois, ils sont devenus réguliers et ont pris un caractère des plus sérieux. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Ch. Sibillot adresse une Note relative à un aérostat dirigeable.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. A. Avérous adresse un Mémoire relatif à un nouveau mode de propulsion des navires.

(Renvoi à la Section de Navigation.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte que la Science vient d'éprouver par suite du décès, survenu le 1er avril 1901, de M. *Raoult*,

Doyen et Professeur de Chimie à l'Université de Grenoble, notre Correspondant depuis l'année 1890.

M. Raoult avait acquis une renommée générale par suite de ses découvertes en Chimie physique et de leur application à la détermination des poids moléculaires. La Cryoscopie en particulier constitue une branche de la Science d'un emploi devenu universel.

PHYSICO-CHIMIE. — *Généralisation de la loi de Trouton.* Note de M. DE FORCRAND.

« Lorsqu'en 1844 (1) le physicien irlandais Trouton formula la loi qui porte son nom, il ne fit que constater une relation empirique d'une certaine généralité, entre les chaleurs de vaporisation mesurées à la température d'ébullition normale et cette température comptée à partir du zéro absolu :

$$\frac{L}{T} = K.$$

En fait, K varie de 20 à 26.

» En 1887, M. Le Chatelier (2) énonça de nouveau la loi de Trouton, en donnant pour une trentaine de corps, simples ou composés, des valeurs qui varient de 21,2 à 27,8. En outre, il ajoutait deux remarques fort importantes :

» 1° Les sels métalliques ammoniacaux dissociables fournissent pour $\frac{Q}{T'}$ des valeurs voisines des précédentes, 27,8, 28,7, 29,1 ; Q étant ici la chaleur de fixation du AzH^3 gaz et T' la température (absolue) à laquelle le composé a une tension de 760^{mm} ;

» 2° Si l'on calcule de même $\frac{Q}{T'}$ pour les composés dissociables suivants : Pd^2H, $CaOCO^2$, IrO^2, C^3Az^3, $CaOH^2O$, qui dégagent un gaz autre que l'ammoniac, on trouve encore 23, 23,4, 24,3, 27,8, 27,8, c'est-à-dire des valeurs presque identiques.

» M. Le Chatelier établit même que l'égalité

$$\text{(A)} \qquad \frac{Q}{T'} = \frac{Q_1}{T'_1}$$

est une conséquence des lois de l'équilibre chimique.

» Cependant tous les nombres précédents varient en fait de 20 à 30.

(1) *Philosophical Magazine*, 5e série, t. XVIII, n° 2, p. 54.

(2) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 536, et *Annales des Mines*, mars-avril 1888.

En outre, il résulte des travaux les plus récents publiés sur les chaleurs latentes de vaporisation et sur la dissociation :

» 1° Que les nombres les plus élevés, voisins de 24 à 26, fournis par la relation de Trouton, s'appliquent à des composés anormaux dont les molécules liquides sont condensées, et qu'en réalité les liquides normaux, non polymérisés, donnent une valeur assez constante, voisine de 20 à 21.

» 2° Que le quotient $\frac{Q}{T'}$, au contraire, donne un nombre moyen assez constant aussi, mais plus élevé, voisin de 30 à 32. Ainsi les chlorures ammoniacaux fournissent très régulièrement 32.

» De sorte que, si la relation (A) est exacte, on obtiendrait pour tous les corps :

Pour la vaporisation	de 20 à 21
Pour la dissociation....................	de 30 à 32

Et la loi proposée par M. Le Chatelier semble disparaître. Elle devient non plus une généralisation de celle de Trouton, mais une autre loi analogue, ainsi que nous l'a expliqué récemment M. Matignon [1] pour le cas des chlorures ammoniacaux.

» Je crois cependant que l'idée exprimée par M. Le Chatelier, que le même énoncé comprend sans exception tous les phénomènes de vaporisation, de transformation allotropique et de dissociation, doit rester dans la Science et que l'on doit avoir

$$\frac{L}{T} = \frac{L_1}{T_1} = \frac{Q}{T'} = \frac{Q_1}{T'_1},$$

mais à la condition de modifier un peu l'énoncé de la loi et la valeur à attribuer à L.

» Dans la formule de Trouton, L est la chaleur de *liquéfaction* d'une molécule d'un gaz quelconque.

Dans celle de M. Le Chatelier, Q comprend en réalité trois termes distincts que nous pouvons envisager séparément :

» L chaleur de liquéfaction d'une molécule gazeuse;

» S chaleur de solidification de cette molécule liquide;

» q chaleur de combinaison de cette molécule solide avec un corps solide pour former un composé solide sans changement d'état physique. C'est une chaleur de solidification supplémentaire; nous cherchons donc à comparer

$$\text{d'une part : } \frac{L}{T}, \qquad \text{de l'autre : } \frac{L+S+q}{T'},$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 103; 1899.

c'est-à-dire deux termes qui ne sont pas évidemment comparables; mais ils le deviendraient, et la valeur des deux quotients serait alors à peu près constante, si l'on pouvait, dans la première fraction, ajouter à L un terme S représentant la chaleur de solidification.

» On aurait alors, et pour tous les corps :

$$\frac{L+S}{T} = \frac{L+S+q}{T'},$$

q étant toujours positif et T′ toujours plus grand que T.

» La loi générale peut alors s'exprimer ainsi :

» *Dans tous les phénomènes physiques ou chimiques, la chaleur de solidification d'un gaz quelconque est proportionnelle à sa température de vaporisation sous la pression atmosphérique.*

» Cette loi ne peut être vérifiée en toute rigueur que dans un seul cas particulier : c'est celui de l'anhydride carbonique, parce que son point de fusion — 78°,5 C. est précisément le même que son point d'ébullition sous la pression de 760^{mm}. Les expériences de Favre ont donné, comme moyenne, pour la vaporisation de 44^{gr} de CO^2 solide : — 6256^{cal},8, D'où l'on tire :

$$\frac{L+S}{T} = \frac{6256,8}{194,5} = 32,1.$$

» C'est précisément la valeur 32 que donnent les chlorures ammoniacaux dissociables, et, d'après la démonstration de M. Le Chatelier, à peu près la même que celle fournie par tous les composés dissociables (systèmes hétérogènes). Si d'ailleurs on transporte cette valeur 32 dans les équations fournies par les composés dissociables qui dégagent CO^2, tels que l'hydrate carbonique, les carbonates, on trouve des nombres qui concordent avec les résultats des expériences pour la valeur de T′; du moins tant que la température n'est pas trop élevée, car il est de toute nécessité de pouvoir négliger la variation de Q, toujours mesuré à la température ordinaire.

» Pour tous les autres cas, il existe un intervalle plus ou moins considérable entre la température de solidification et le point d'ébullition. Cependant, comme la valeur de S est toujours assez faible par rapport à celle de L, quel que soit cet intervalle, on peut, sans commettre d'erreur grossière, se servir de la valeur de S déterminée directement au point de fusion.

» En procédant ainsi, j'ai calculé pour les quatorze corps suivants : ammoniac, eau, glycol, chlore, brome, iode, phénol, benzène, naphtaline, bibromure d'éthylène,

oxalate de méthyle, acides butyrique, formique et acétique (¹), la valeur de la fraction $\frac{L+S}{T}$: j'ai trouvé des nombres variant seulement de 28 à 32. La moyenne serait 30. Les écarts constatés sont donc moindres que pour la loi de Trouton, et, en prenant

$$\frac{L+S}{T}=\frac{L+S+q}{T'}=30,$$

on aurait une approximation de $\frac{1}{15}$.

» Je me propose de revenir sur quelques conséquences importantes et générales de cette loi et sur son application à la dissociation des sels ammoniacaux. Pour le moment, je me borne à l'énoncer, en la considérant simplement comme une relation empirique. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Nouvelle méthode permettant de caractériser les matières colorantes. Application aux indophénols.* Note de M. C. CAMICHEL et P. BAYRAC, présentée par M. J. Violle.

« Nous avons étudié l'absorption de la lumière par les dissolutions des indophénols dans l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone, le chloroforme. En prenant comme abscisses les longueurs d'onde et comme ordonnées les coefficients de transmission, nous avons obtenu des courbes de forme parabolique, dont la convexité est tournée du côté de l'axe des abscisses; la branche de cette courbe correspondant aux radiations rouges monte beaucoup plus rapidement que celle qui correspond au vert et au bleu. Le point d'ordonnée minimum est compris entre les longueurs d'onde $0^{\mu},610$ et $0^{\mu},535$ selon la nature de l'indophénol et de son dissolvant.

» Pour caractériser chacun des corps étudiés, nous avons déterminé le point de cette courbe le plus bas, c'est-à-dire le minimum de transparence. Ce point se détermine avec exactitude en coupant la courbe par une série de cordes parallèles à l'axe des abscisses. Le diamètre conjugué de ces cordes, obtenu en joignant leurs milieux, est rectiligne dans un intervalle assez grand : de $0^{\mu},670$ à $0^{\mu},510$, par exemple, pour la solution alcoolique d'indophénol de l'orthocrésylol à deux azotes tertiaires.

» Le minimum de transparence est indépendant de la concentration, pour tous les corps dont le coefficient d'absorption est proportionnel à la

(¹) Je n'ai pas trouvé d'autres corps, simples ou composés, dont on connaisse assez exactement la valeur de L et celle de S.

concentration, suivant la loi de Beer; il varie avec le dissolvant, suivant une loi qui n'est pas celle indiquée par M. Kundt.

» Nous avons étudié les indophénols dont les noms suivent. Les uns (série *a*) ont deux azotes tertiaires, le plus simple est l'indophénol du phénol ordinaire

$$O=\underset{H\ \ H}{\overset{H\ \ H}{\langle\quad\rangle}}=Az-C^6H^4-Az(CH^3)^2.$$

» Les autres (série *b*) ont leur deuxième azote tertiaire remplacé par un azote primaire; le plus simple est l'indophénol du phénol ordinaire

$$O=\underset{H\ \ H}{\overset{H\ \ H}{\langle\quad\rangle}}=Az-C^6H^4-AzH^2.$$

Tableau des indophénols étudiés.

Série a.		*Série b.*	
Indophénol du phénol	1	Indophénol du phénol	1'
» de l'orthocrésylol	2	» de l'orthocrésylol	2'
» du métacrésylol	3	» du métacrésylol	3'
» du paraxylénol	4	» du paraxylénol	4'
» de l'orthoéthylphénol	5	» de l'orthoéthylphénol	5'
» du métaisopropylphénol	7	» du métaéthylphénol	6'
» du thymol	8	» du thymol	8'
» du carvacrol	9	» du carvacrol	9'
» du cymophénol α	10	» du cymophénol α	10'
» du phénol α du paraéthyltoluène	11	» du phénol α du paraéthyltoluène	11'
		» de l'orthoxylénol (1.2.3)	12'
		» du métaxylénol (1.2.3)	13'

» *a*. Le déplacement du minimum de transparence sous l'influence du dissolvant est indiqué par les nombres suivants :

	Alcool.	Éther.	Sulfure de carbone.	Chloroforme.
	1. 120	1. 169	1. 147	1. 128
etc.				

» Les nombres indiqués représentent les divisions du micromètre oculaire; pour se rendre compte de la grandeur des déplacements, il suffit de se reporter au tableau de graduation du spectrophotomètre en longueurs d'onde :

Graduation du spectrophotomètre.

Raies.	Micromètre.	Raies.	Micromètre.	Raies.	Micromètre.
A	7,0	Ca 1°	104	Thallium	220
B	49,5	Ca 2°	104	E	235
Lithium	60,5	D_1	138	...	...
C	72,5	D_2	139		

» *b.* Nous avons étudié l'influence du remplacement d'un azote tertiaire par un azote primaire; voici quelques nombres :

Dissolvant : l'alcool.

1.	120	1'.	142	Déplacement..	+22
2.	136	2'.	162	» ..	+26
3.	122	3'.	142	» ..	+20

» *c.* Nous avons étudié l'influence d'une substitution en *ortho* (par rapport au phénol dont dérive l'indophénol étudié) des radicaux

$$CH^3,\quad C^2H^5,\quad CH\begin{cases}CH^3\\CH^3\end{cases},\quad CH^2-CH^2-CH^3.$$

» Voici quelques résultats :

Dissolvant : l'alcool.

1.	120	2.	136	Déplacement..	+16	provoqué par une substitution de CH^3
3.	122	4.	134	» ...	+12	» » CH^3
7.	117	9.	136	» ..	+19	» » CH^3

» *d.* Nous avons étudié l'influence d'une substitution en *méta* des radicaux

$$CH^3,\quad C^2H^5,\quad CH\begin{cases}CH^3\\CH^3\end{cases},\quad CH^2-CH^2-CH^3.$$

» Voici quelques résultats :

1.	120	3.	122	Déplacement..	+2	provoqué par une substitution de CH^3
2.	136	4.	134	» ..	−2	» » CH^3

» Les conclusions sont les suivantes :

» *a.* Quand un azote tertiaire est remplacé par un azote primaire, le minimum de transparence se déplace vers l'extrémité la plus réfrangible du spectre, quel que soit le dissolvant (alcool, éther, sulfure de carbone, chloroforme).

» Il est utile de faire remarquer que cette loi diffère entièrement de celle qu'indiquait M. Lemoult, qui étudiait le déplacement apparent de la bande rouge donnée par les indophénols. Dans une Note récente, nous avons montré que cette bande rouge n'est pas définie.

» *b.* Une substitution en ortho dans le phénol dont dérive l'indophénol produit un déplacement considérable du minimum de transparence, quel que soit le dissolvant. Ce déplacement peut dépasser le précédent. L'importance des substitutions se trouve ainsi mise en évidence : les groupes auxochromes ne sont pas seuls à modifier la nature de la teinte.

» *c.* Une substitution en méta dans le phénol dont dérive l'indophénol produit un déplacement *très faible* du minimum de transparence, vers le

rouge ou vers le bleu; ce déplacement est souvent nul, il diffère peu des erreurs expérimentales ([1]).

» La conclusion subsiste quel que soit le dissolvant :

» *d.* La méthode du diamètre rectiligne permet de caractériser des matières colorantes dont les coefficients d'absorption suivent la loi de Beer : c'est le cas général. Appliquée au sang, elle permet de caractériser la première bande noire (la bande la moins réfrangible) avec une approximation telle que les écarts dans la détermination du minimum de transparence sont d'environ $\frac{1}{10}$ de division du micromètre, c'est-à-dire le $\frac{1}{10}$ de l'intervalle qui sépare dans le spectre les deux raies du sodium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réaction des benzophénones amidées substituées et des amines aromatiques en milieu sulfurique.* Note de M. **Paul Lemoult**.

« On sait que les benzophénones paraamidées substituées et les amines aromatiques secondaires ou tertiaires s'unissent molécule à molécule en présence de certains composés halogénés, comme $POCl^3$, et que cette réaction engendre des corps dérivés du triphénylméthane ou du diphénylnaphtylméthane. D'autre part, on peut, dans certains cas, remplacer le $POCl^3$, agent de la réaction, par de l'acide sulfurique concentré; mais tandis que dans les premiers cas la nature de l'amine est assez indifférente, pourvu qu'elle ait une place para libre (l'azote étant en 1), les réactions en milieu sulfurique sont étroitement liées à la nature de l'amine et ne se produisent qu'avec celles qui appartiennent au type diphénylamine; je me suis proposé d'étudier les particularités de cette réaction.

» On dissout, dans 100^{gr} d'acide sulfurique pur, 30^{gr} de tétraméthyldiparaamidobenzophénone, 17^{gr} de diphénylamine et l'on chauffe entre 130° et 150°; la solution sulfurique prend la coloration acajou propre aux colorants du triphénylméthane, et donne dans l'alcool une coloration violette; au bout de trois heures, la réaction est terminée. On coule dans l'eau glacée; le colorant formé se précipite, la diphénylamine a disparu et l'excès de benzophénone reste en dissolution.

([1]) Les deux lois précédentes permettent de déterminer la formule d'un phénol; on le transforme en indophénol à azote primaire ou tertiaire, il suffit d'observer sa dissolution alcoolique; une quantité extrêmement faible du corps est nécessaire.

» Il y a eu fixation des deux molécules et monosulfonation concomitante, comme le montrent les dosages suivants :

Poids de substance.	Poids de SO^4Ba.	S pour 100.	Théorie pour $C^{29}H^{29}Az^3SO^3 = 499$.
gr 0,721	gr 0,3302	6,28	6,41 pour 100
0,307	0,142	6,35	

» On a ainsi obtenu la matière colorante correspondant au tétraméthylmonophénylsulfotriparaamidotriphénylméthane, et cette formation est presque intégrale : 90 pour 100 de la théorie. (On peut éviter la sulfonation en modérant la réaction, mais elle devient très lente.)

» Si l'on remplace la diphénylamine par la quantité moléculairement correspondante d'une amine secondaire ou tertiaire à un seul noyau aromatique, la solution conserve sa nuance initiale et ne donne dans l'alcool aucune coloration particulière. Cela exclut déjà l'hypothèse d'une réaction; et, d'ailleurs, même en chauffant pendant six heures, on retrouve en totalité les éléments constituants du mélange : la benzophénone intacte et l'amine parfois sulfonée. Ces amines à un seul noyau aromatique n'entrent donc pas en réaction avec la benzophénone en milieu sulfurique, contrairement à ce qui a lieu pour la diphénylamine.

» Toutefois, cette réaction n'appartient pas exclusivement à la diphénylamine; elle a lieu avec les amines tertiaires qui en dérivent, telles que la méthyl, l'éthyl et la benzyldiphénylamines; avec des amines secondaires homologues de la diphénylamine, telles que la phénylparatolylamine, la phénylorthotolylamine, mais elle ne se produit pas avec la diparatolylamine; cette particularité, ainsi que la nuance violette ou bleu violacé des produits obtenus quand la réaction a lieu, démontrent que celle-ci se fait par soudure du carbone cétonique sur le noyau de l'amine et en para de l'azote (avec perte de H^2O).

» J'ai essayé les mêmes réactions avec les amines naphtylées secondaires ou tertiaires, en raison de l'intérêt que présente la comparaison des résultats avec ceux qu'on obtient en présence de $POCl^3$. Avec la phényl-α-naphtylamine, la phényl-β-naphtylamine, l'orthotolyl-β-naphtylamine et la méthylphényl-β-naphtylamine, la réaction a lieu; mais elle ne se produit pas avec la *p*-tolyl-α-naphtylamine, ni avec la *p*-tolyl-β-naphtylamine, ni avec la α, β-dinaphtylamine.

» La soudure ne se produit donc jamais sur un noyau naphtyl-α ou β; pour qu'elle ait lieu, il faut que l'amine ait au moins un groupe phényl, et

que de plus celui-ci ait sa position para libre (l'azote étant en 1). Par ce côté, la réaction en milieu sulfurique se distingue de nouveau de la réaction avec $PO Cl^3$, puisque cette dernière a lieu avec la *p*-tolyl-α-naphtylamine; les formules suivantes (hypothèse Rosensthiel) des colorants obtenus dans les deux cas avec une même amine (phényl-α-naphtylamine) font ressortir cette différence [D représente $(CH^3)^2 Az - C^6 H^4 -$] :

D, D, C, Cl, AzH

avec $PO Cl^3$

D, D, C, Cl, Az

avec $SO^4 H^2$.

» J'ai étudié au même point de vue la tétraéthyldiparaamidobenzophénone en présence de :

» *Premier groupe :* Diphénylamine, éthyldiphénylamine, phényl-α-naphtylamine, phényl-β-naphtylamine.

» *Deuxième groupe :* Diparatolylamine, *p*-tolyl-α et *p*-tolyl-β-naphtylamines, α et β-dinaphtylamines, mono et diéthylanilines benzylaniline.

» Les amines du premier groupe réagissent à l'exclusion des autres, et ces faits m'ont paru suffisants pour généraliser la conclusion citée plus haut à propos de la benzophénone méthylée.

» La sulfonation de la benzophénone ne change non plus rien à la nature de la réaction; de la tétraméthyldiamidobenzophénone transformée en un produit disulfoné que j'ai obtenu cristallisé (S pour 100 trouvé : 15,10; calculé pour $C^{17} H^{20} Az^2 S^2 O^7$: 14,95) réagit encore avec les amines du premier groupe, tandis qu'elle ne réagit pas davantage avec celles du second groupe. Dans le premier cas, on obtient des colorants dont les nuances sont très voisines de celles des colorants correspondants obtenus avec la benzophénone non sulfonée, les différences étant attribuables au degré de sulfonation de la molécule.

» Pour généraliser encore ces résultats et effacer autant que possible l'influence propre de la benzophénone, sauf celle du groupe CO, j'ai employé la monoamidobenzophénone diméthylée et ce même corps sulfoné; ils donnent des colorants à nuances vertes au lieu de colorants violets et bleus; ces corps (comme d'ailleurs la plupart de ceux que j'ai obtenus plus haut) n'ont pas été décrits et leur étude détaillée fera l'objet d'une publication ultérieure. Ici encore, seules les amines du premier groupe donnent lieu à des réactions avec soudure en para de l'azote, à

l'exclusion de celles du second groupe, qui restent intactes ou sont seulement sulfonées.

» Ces résultats généraux sont faciles à constater, en raison des colorations qui se produisent, et ces essais pourraient même servir à distinguer les amines aromatiques de l'un ou l'autre groupe. On peut les résumer dans l'énoncé suivant :

» En milieu sulfurique, les benzophénones para amidées substituées donnent avec certaines amines aromatiques, à l'exclusion des autres, des produits de réaction qui sont des matières colorantes; les seules amines qui sont capables de cette réaction sont celles qui ont au moins deux noyaux aromatiques fixés directement sur l'azote; il faut, en outre, que l'un de ces noyaux soit un phényl et qu'il ait sa position para libre (l'azote étant en 1); dans ce cas, la soudure des deux molécules se fait en cet endroit. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Angle limite de numération des objets et mouvements des yeux.* Note de MM. **André Broca** et **D. Sulzer**, présentée par M. d'Arsonval.

« Burckhardt a proposé, pour donner plus de précision aux mesures d'acuité visuelle, de remplacer la limite à laquelle on cesse de distinguer des objets, par celle à laquelle on cesse de pouvoir les compter. Cet auteur a été amené à donner, pour l'acuité visuelle ainsi définie, des nombres moyens trois fois plus grands environ que ceux des auteurs opérant par la méthode ordinaire du pouvoir de définition de l'œil.

» Nous avons repris cette étude dans des conditions très simples, avec un test objet composé de traits blancs sur fond noir, tant plein que vide, et nous avons pu dans ces conditions observer quelques faits bien nets.

» Nous avons d'abord pensé que la lecture pouvait se faire à une distance à laquelle on pouvait compter les traits d'une lettre. Nous avons vu qu'il n'en était rien. La lecture se fait à peu près à la distance de définition limite des traits qui composent les lettres. Une lettre est donc un individu que nous reconnaissons par une opération psychique simple.

» Au contraire, nous pouvons compter les traits dans les conditions moyennes suivantes :

Pouvoir de définition..............	45″
Numération de 2 traits...........	1′ 6″

Numération de 3 traits............	1′ 40″
Numération de 4 traits............	2′
Numération de 5 traits...........	2′.20″
Numération de 6 traits............	3′

Ce sont là les chiffres moyens, obtenus sur nous deux, avec des variations journalières assez grandes d'ailleurs. Un sujet a donné des nombres beaucoup plus petits. Son pouvoir de définition était de 45″ environ, et il faisait les numérations de six traits sous-tendant chacun 1′ seulement, c'est-à-dire l'angle pour lequel la moyenne des observateurs ne compte que deux traits.

» Ces chiffres suffisent à prouver que la numération des traits est une fonction plus complexe que la reconnaissance d'une lettre. Nous nous rangeons à la théorie classique qui attribue la numération à des mouvements oculaires. Nous ne pouvons admettre, avec certains observateurs, que la numération de deux traits se fasse par la même opération psychique simple que la reconnaissance d'une lettre, à cause des notables différences notées ci-dessus.

» On peut alors attribuer à deux causes la variabilité de l'angle limite de numération avec le nombre des traits. Ou bien nous pouvons faire un seul très petit mouvement et nous ne pouvons pas le répéter avec exactitude; ou bien nous nous contentons, quand il n'y a que deux ou trois traits, d'une coïncidence médiocre entre le point de fixation et les traits successivement visés. Nous n'avons pas encore les éléments pour décider entre ces deux hypothèses, mais nous pouvons, croyons-nous, affirmer que le plus petit mouvement qu'on puisse répéter six fois de suite avec exactitude est de 3′.

» Voilà ce que nous avons obtenu avec les traits verticaux. Nous avons alors pensé que, les mouvements des yeux autour des divers axes étant faits par des contractions de groupes musculaires différents, il pourrait y avoir des différences notables dans l'angle limite de numération pour les diverses orientations des traits.

» Nous avons opéré avec les traits horizontaux, verticaux, ou inclinés à 45° dans les deux sens. Les nombreuses observations ont porté sur un assez grand nombre de sujets, d'âges différents....

» Nous pouvons diviser les observateurs en deux catégories. Une première, de jeunes gens au-dessous de 27 ans; une autre, d'hommes entre 35 et 45.

» Les observateurs de la première catégorie comptent également bien à peu près dans tous les azimuts. Ceux de la seconde comptent notablement moins bien dans les direc-

tions des traits inclinés de gauche à droite, avec l'œil droit (nous avons toujours opéré avec cet œil).

» Il est à remarquer que les observateurs de la première catégorie accusent une fatigue beaucoup plus grande pour les numérations dans cette même direction que pour les numérations dans les autres directions.

» Il nous semble que c'est là un ensemble de faits bien coordonné par la seule inspection des muscles de l'œil.

» Les mouvements de l'œil sont en effet régis par la loi de Listing, qui peut s'énoncer ainsi : Les mouvements des yeux s'exécutent toujours autour d'axes situés dans un même plan normal à la direction primaire du regard. Quand on contracte les droits latéraux seuls, leur axe de rotation est situé dans ce plan. Mais les droits supérieur et inférieur, à cause de l'obliquité de l'orbite, ne donnent pas lieu à des rotations autour d'axes de Listing. Les obliques sont là pour donner, par une composante convenable ajoutée à celle des droits supérieur et inférieur, une résultante dans le plan de Listing. Plus cette composante sera grande, et plus il y aura d'énergie musculaire et nerveuse perdue dans le mouvement, plus celui-ci sera fatigant, et moins il se fera avec précision.

» L'épure montre que c'est pour les mouvements que nous avons toujours observés comme étant les plus difficiles, que la rotation due aux obliques est la plus grande. »

PATHOLOGIE ANIMALE. — *La résistance des moutons algériens à la clavelée est-elle héréditaire?* Note de M. P. Pourquier.

« Pour MM. Nocart et Leclainche [1] « la résistance des animaux africains » ne peut être rapportée à un affaiblissement du virus; elle est inhérente à » l'individu et elle doit être probablement rapportée à une accoutumance » héréditaire de l'organisme aux effets du virus. La clavelée sévit de temps » immémorial en Afrique, et tous les moutons sont affectés; on s'explique » dès lors qu'une certaine immunité, renforcée de génération en génération, soit transmise aux descendants. De même, les troupeaux du » littoral français de la Méditerranée, infectés depuis des siècles, ont » acquis également une résistance appréciable. »

» Rien ne paraît justifier cette opinion à l'égard des moutons élevés dans le midi de la France : sur toutes les races, la clavelée revêt souvent les caractères les plus graves, mais il est des circonstances favorables à la clavelisation : elles sont les mêmes que celles qu'on observe en Algérie.

» Nous avons maintes fois constaté que les agneaux nés de femelles ayant eu la clavelée peu de temps avant la mise bas jouissaient dès leur

(1) *Les maladies microbiennes des animaux*, article *Clavelée*.

naissance d'une immunité plus ou moins complète; cette immunité *s'affaiblit de plus en plus, en France,* pour disparaître plus tard.

» Il n'en est pas de même pour la plupart des agneaux algériens; car, aussitôt après la naissance, ils sont décimés par la clavelée. En Algérie, on constate, chez ceux qui ne sont pas atteints, qu'une certaine résistance peut se produire et aller en augmentant de la naissance à l'âge adulte.

» Nous avons inoculé la clavelée à des troupeaux composés de femelles et de mâles; après la guérison complète des pustules, les brebis furent fécondées. Un an après, alors que les agneaux eurent atteint l'âge de quatre à cinq mois, ils furent clavelisés, en même temps que d'autres témoins du même âge, dont ni le père ni la mère ne jouissaient d'aucune immunité.

» Nous n'avons jamais pu constater dans les deux groupes, la moindre différence, tant au point de vue de la marche de l'éruption que du volume des pustules et de la fièvre de réaction.

» Des faits qui précèdent n'est-on pas autorisé à conclure que la résistance des moutons algériens à la clavelée n'est pas héréditaire? Cette résistance est, pour nous, la résultante des conditions de milieu dans lesquelles se trouvent placés les animaux : la preuve réside dans ce fait que, si les conditions se modifient, ainsi qu'il arrive lorsqu'on les soumet à l'engraissement dans un pays froid et humide, ils deviennent bien plus impressionnables.

» Il est hors de doute aussi que certains états physiologiques et pathologiques, dont quelques-uns sont peu ou pas connus, qui ont pour effet de diminuer la résistance vitale, rendent les sujets bien plus susceptibles de contracter une clavelée grave, parfois mortelle.

» La clavelisation préventive des troupeaux africains, en tant que mesure générale, implique donc au préalable l'étude : 1° du choix du virus et de la région la plus favorable à l'inoculation; 2° des accidents multiples qui peuvent se produire et des moyens pour les éviter; 3° des causes favorables à la bonne évolution des pustules; 4° des causes défavorables, dues à la race, à l'âge, à l'état physiologique et pathologique des animaux, et qui varient d'un pays, d'une saison ou d'une année à l'autre.

» Quand cette étude sera achevée et que tous les opérateurs chargés en Algérie de mettre en pratique la clavelisation seront complètement initiés à tout ce qu'il faut faire et à tout ce qu'il faut éviter, on pourra alors, mais *alors seulement*, aborder la mise en pratique générale de cette mesure. Actuellement, elle nous paraît téméraire et même dangereuse. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la* koswite, *une nouvelle pyroxénite de l'Oural.* Note de MM. L. Duparc et F. Pearce, présentée par M. Michel Lévy.

« L'an dernier nous avons, pendant deux mois, exploré une région fort intéressante de l'Oural moyen, qui, dans le district de Solikamsk, forme le bassin supérieur de la rivière Kosswa et de ses affluents principaux.

» Cette région comprend plusieurs massifs de roches éruptives basiques anciennes, dont le Kosswinsky-Kamen offre un des meilleurs types. La montagne forme un dôme elliptique dont le grand axe est orienté nord-nord-est-sud-sud-ouest; son altitude, considérable pour la région (1570^m environ), la fait distinguer de fort loin. Les massifs du Katechersky-Tilaï bornent au nord le Kosswinsky-Kamen; à l'est, il est délimité par une région relativement basse, qui forme en cet endroit la ligne de partage des eaux asiatiques et européennes; au sud, au sud-ouest et à l'ouest, il est entouré par une série d'arêtes dont l'altitude oscille entre 600^m et 900^m.

» Les montagnes du Katechersky-Tilaï, la région de la ligne de partage, les arêtes qui flanquent le massif à l'ouest et au sud-ouest sont formées par des roches mélanocrates très basiques (gabbros à olivine, gabbros ouralitisés), de types pétrographiques variés, mais toujours étroitement liées entre elles; le Kosswinsky-Kamen tout entier, par contre, est formé par une pyroxénite spéciale, à laquelle nous avons donné le nom de *koswite*, qui affleure en boutonnière au milieu des gabbros de la région.

» A partir de 850^m environ, limite moyenne de la végétation, toute la surface du Kosswinsky-Kamen n'est qu'un vaste désert de pierres formé par l'amoncellement chaotique de blocs anguleux de *koswite* produits, soit par une désagrégation *in situ* de la roche, soit par le démantèlement de pitons rocheux avec éboulement consécutif sur les pentes.

» La *koswite* est une roche de couleur foncée, verdâtre ou noirâtre, plus ou moins grossièrement grenue, paraissant à l'œil nu principalement formée par un pyroxène lamellaire.

» Au microscope, les éléments constitutifs en sont le diallage, l'olivine, la hornblende, la magnétite, et les spinelles chromifères. Le diallage est une variété riche en chaux, les cristaux, courts et faiblement allongés selon $m = (110)$, sont verdâtres, presque incolores, en lames minces, les clivages $m = (110)$ sont constants, par contre les plans de séparation $h^1 = (100)$ sont exceptionnels. Au point de vue optique, l'angle d'extinction α oscille entre 39° et 43° pour ng, le signe optique est positif, la biréfringence $ng - np = 0,023$ (comparateur), l'angle $2v = 54^\circ$, dispersion manifeste $\rho < v$. L'*olivine*, bien moins répandue que le pyroxène, se rencontre en grains arrondis et craquelés, disséminés parmi les cristaux de diallage, ou

réunis sur certains points. Elle est incolore, de signe optique positif, et présente les caractères optiques habituels. Le péridot comme le pyroxène sont généralement idiomorphes; dans certaines préparations, cependant, le diallage semble mouler les grains arrondis d'olivine.

» La *magnétite*, toujours primaire, est généralement fort abondante et affecte une disposition toute particulière. Elle forme un véritable ciment qui s'infiltre dans les interstices laissés vides entre les cristaux de diallage et d'olivine, et en épouse strictement les contours. Ces plages allotriomorphes de magnétite jouent dans la koswite un rôle absolument comparable à celui du quartz dans le granit, et pour rappeler l'analogie de cette structure particulière avec la structure granitique, nous lui donnons le nom de *structure sidéronitique*. Le passage de la koswite aux pyroxénites ordinaires se fait par la régression graduelle de la magnétite, qui devient idiomorphe et peut même complètement disparaître; ce phénomène est alors analogue au passage graduel du granit à amphibole à la syénite pure. La *hornblende* est étroitement liée à la magnétite; elle n'est point un produit d'ouralitisation et forme généralement une zone étroite qui borde les plages de fer oxydulé; elle est de signe optique négatif, l'angle d'extinction $\alpha = 22^\circ$, le polychroïsme donne : ng = brun verdâtre, nm = brun, np = jaunâtre pâle. Les *spinelles chromifères* en grains isotropes et craquelés, de couleur verte, se trouvent emprisonnés dans la magnétite.

» L'analogie du massif éruptif basique du Koswinsky avec les môles granitiques se continue par la présence, dans le culot compact de *koswite*, de filons bien caractérisés d'une roche plus basique qui géologiquement correspond par conséquent aux aplites traversant le granit. On sait en effet que celles-ci sont généralement un peu plus acides que le granit encaissant; c'est donc l'inverse qui se produit au Koswinsky; et tandis que pour les roches acides de profondeur la venue filonienne est plus acide que la roche abyssale, pour les roches basiques comme la *koswite* c'est le contraire qui a lieu. Les filons qui traversent la roche massive du Koswinsky sont en effet constitués par un agrégat d'olivine grenue dont les cristaux sont reliés par des plages de magnétite, ou se touchent directement en prenant alors des contours polyédriques. Nous faisons de ces roches filoniennes des dunites, qui, *pro parte*, présentent la structure sidéronitique.

» Il y a donc une analogie parfaite entre les roches de profondeur acides et basiques et, au point de vue de la structure, le granit trouve dans la

koswite son équivalent, à cette seule différence près que le ciment, hyperacide dans le premier, devient hyperbasique dans la seconde.

» Les analyses que nous donnons ci-dessous montrent le caractère chimique de la *koswite* et celui des filons plus basiques qui la traversent.

	N° 2.	N° 7.	N° 9.
SiO^2	41,44	40,15	39,22
Al^2O^3	5,80	4,60	0,39
Fe^2O^3	10,46	12,24	
Cr^2O^3	0,57	0,58	traces
FeO	9,93	10,87	16,41
MnO	0,05	traces	traces
CaO	19,53	17,26	1,20
MgO	13,36	15,01	43,81
Perte au feu	0,22	0,40	0,32
	101,36	101,11	101,35

N° 2 .... Koswite (structure sidéronitique)
N° 7 .... Koswite id.
N° 8 .... Dunite (structure grenue)

» Ces analyses ont été faites par MM. Jerchoff et Parent et Mme Joukowsky, élèves au Laboratoire de Minéralogie et d'Analyse minérale de l'Université. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la* Pluie de sang *observée à Palerme, dans la nuit du* 9 *au* 10 *mars* 1901. Note de M. **Stanislas Meunier**. (Extrait.)

« Tout le monde a encore présent à la mémoire le récit du phénomène météorologique qui est venu jeter la consternation, dans la nuit du 9 au 10 mars, parmi les superstitieuses populations de la Sicile, des environs de Naples et de la Tunisie. Un immense nuage rougeâtre envahit le ciel; les gouttes qui en tombaient semblaient du sang coagulé. Bientôt toute la surface du sol, les toits des maisons et les feuilles des arbres avaient pris une teinte rouge.

» Un savant naturaliste de Palerme, M. le Marquis Antonio de Gregorio, que je me fais un plaisir et un devoir de remercier, a bien voulu m'envoyer, pour la collection du Muséum, des échantillons de la substance constitutive de cette *Pluie de sang*.... Je crois devoir résumer ici les faits que j'ai observés :

» La substance constitue une poussière très fine, dont la couleur rappelle celle du protochlorure de manganèse anhydre. Malgré sa finesse, elle n'est pas douce au toucher et elle raye très fortement le verre. Elle est imprégnée d'air, qui adhère à ses grains avec une ténacité remarquable; c'est sans doute à cette circonstance qu'il faut attribuer l'effet qu'on observe quand on en chauffe à sec une certaine quantité dans un tube de verre : au bout d'un instant, elle acquiert une telle mobilité qu'elle prend l'apparence d'un liquide, conservant sa surface horizontale quelle que soit l'inclinaison du tube. Bientôt cette singularité cesse, comme par l'effet du départ de l'air d'abord interposé entre les particules minérales.

» Quand, après avoir mis, même depuis longtemps, la poussière en suspension dans l'eau, on la soumet à l'action de la chaleur, on provoque un dégagement si abondant de toutes petites bulles d'air, qu'on croirait assister à une effervescence.

» Ajoutons que le chauffage de la matière dans un tube de verre au voisinage du rouge, en modifie complètement la couleur, qui passe au gris foncé presque noir; ce qui suffirait pour y faire prévoir la présence d'une notable quantité de matière organique. Il se dégage 5 pour 100 environ de vapeur d'eau plus ou moins pure.

» L'eau dans laquelle la poussière a été mise en ébullition donne, après filtration, un précipité très net avec le nitrate d'argent, et un autre précipité moins abondant avec le chlorure de baryum : elle contient donc des chlorures (sel marin) et des sulfates (gypse). Sous l'influence de l'acide chlorhydrique très étendu, elle fait effervescence et abandonne au liquide de la chaux et un peu de magnésie. Le résidu de cette attaque très légère se scinde par le lavage en une matière d'aspect argileux et en grains sableux. Sous l'influence de l'acide chlorhydrique chaud, la matière argileuse se décompose et l'on y constate, outre l'alumine, la présence de beaucoup d'oxyde de fer. Les grains sableux sont surtout quartzeux, mais on y voit aussi des paillettes micacées et des grains de diverses natures.

» En résumé la poussière recueillie à Palerme contient :

Eau	5,20
Matière organique	3,17
Sable	59,14
Carbonate de chaux	23,91
Argile (par diff.)	8,58
	100,00

» J'ai examiné au microscope, sous des grossissements variés, plusieurs portions de la poussière de Palerme, recueillie soit sur le toit de la maison de M. Gregorio, soit sur les feuilles dans son jardin, soit sur un papier blanc qu'il avait exposé à la pluie. Ce qui domine, à première vue, ce sont des grains de quartz, présentant des formes fragmentaires très irrégulières. Avec eux se signalent, à cause de leur limpidité, quelques cristaux tantôt cubiques (et qui paraissent être du sel marin) tantôt à contours rhombiques (qui pourraient bien être du gypse). On voit aussi beaucoup de grains noirs et opaques, réfléchissant très peu la lumière, et dont une partie au moins doit être de nature charbonneuse : la plupart sont à cassure très anguleuse,

mais il y en a aussi d'arrondis. Ils font penser aux globules signalés naguère par Gaston Tissandier, mais je n'ai pu voir s'ils sont magnétiques.

» Les corpuscules organisés, et avant tout les restes de diatomées, abondent d'une façon prodigieuse dans la poussière de Palerme; il n'y a pas à douter qu'on n'y retrouve les formes décrites par Ehrenberg, dans ses études sur les poussières atmosphériques. On distingue aussi des fibres végétales parfois assez longues.

» En somme, tous ces caractères coïncident avec ceux qui ont été déjà signalés dans les *pluies de sang* antérieurement décrites; nous devons croire que cette fois encore, et conformément aux idées générales exposées en 1870 par M. Tarry (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 1043 et 1369), il s'agit de la chute de matériaux arrachés, par les remous atmosphériques, au sol du Sahara. »

M. Gay-Lancermin adresse une Note « Sur l'oxydation du protosulfure de fer ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

ERRATA.

(Séance du 1er avril 1901.)

Note de M. *P. Lesne*, La variation sexuelle chez les mâles de certains Coléoptères, etc. :

Page 850, note (1), ligne 8 de cette note, *remplacer* les seconds guillemets par le mot *parallela*.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Marche.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Co. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liége	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Petersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix.......... 15 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix.......... 15 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix.......... 15 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er janvier 1881 à à 31 décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix.......... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SEANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856.......... 15 fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature « des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... 15 fr.

A la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 14.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 9 avril 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

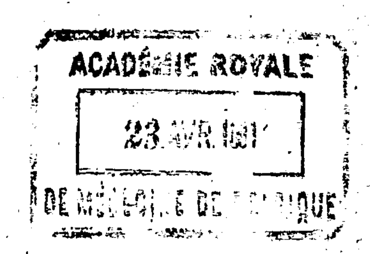
PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS

L

1901

PREMIER SEMESTRE



COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 15 (15 Avril 1901).

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 AVRIL 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à MM. les Membres des Académies étrangères qui assistent à la séance et qui ont été délégués à l'Assemblée générale de l'Association internationale des Académies.

CHIMIE. — *Nouvelles recherches relatives à l'action de l'eau oxygénée sur l'oxyde d'argent;* par M. **Berthelot**.

« On sait que les oxydes ordinaires des métaux proprement dits et des métaux alcalino-terreux sont susceptibles d'être suroxydés directement par l'eau oxygénée et changés en peroxydes, pour la plupart peu stables. L'oxyde d'argent ne fait pas exception.

» I. Précipitons en effet l'oxyde d'argent de son nitrate, au moyen de la

soude, employée en proportion strictement équivalente, dans les dissolutions étendues, et sans séparer la liqueur du précipité; puis mélangeons-y d'un seul coup, sans tarder et sans trop agiter, une dissolution titrée d'eau oxygénée, qui soit susceptible de dégager seulement deux ou trois fois son volume d'oxygène. On l'emploie dans une proportion voisine de 25^{cc}, telle d'ailleurs qu'elle renferme une dose disponible de cet élément, rigoureusement égale à celle de l'oxygène constitutif de l'oxyde d'argent précipité, Ag^2O. Durant ces diverses opérations, on a soin de maintenir le liquide à basse température.

» On voit à l'instant l'oxyde d'argent changer d'aspect et de couleur, en acquérant une teinte noire très foncée et uniforme dans toute la masse.

» C'est le nouveau composé : il prend ainsi naissance, *sans donner lieu à un dégagement gazeux immédiat*. D'après les analogies, sa formule probable serait Ag^2O^2, ou plutôt un hydrate de ce bioxyde.

» Telle est la première phase du phénomène. Mais elle ne dure guère, le nouveau corps étant instable. Au bout de quelques instants, il commence à développer de l'oxygène; en même temps la teinte générale s'affaiblit de plus en plus. L'effervescence, une fois établie, continue avec vivacité pendant quelques minutes, se ralentit, puis s'arrête à peu près complètement.

» Cet arrêt est très nettement marqué : il constitue une seconde phase. A cette phase succède une troisième phase, qui est atteinte lentement à la température ordinaire, rapidement sous l'influence de la chaleur.

» En effet le système, échauffé sur une flamme, continue à se transformer encore; le composé noir étant réduit promptement à quelques flocons qui surnagent, soulevés par les dernières bulles de gaz adhérentes. Puis il ne reste plus qu'un mélange grisâtre de l'oxyde d'argent ordinaire et d'argent métallique, dans un état définitif.

» Sous la seule influence du temps, un changement analogue se produit à froid, changement susceptible de devenir complet au bout d'une durée convenable : par exemple si l'on abandonne le mélange à lui-même pendant trois heures, ou même plus tôt comme M. Baeyer l'a fait dans une étude récente.

» II. Au contraire, si l'on examine le système initial, maintenu froid, après quelques minutes, dès que le dégagement d'oxygène paraît arrêté, à l'exception de bulles rares et intermittentes, il est facile de constater que l'on a atteint une seconde phase de stabilité relative, beaucoup plus

prolongée que la première. A cet état se rapportent les expériences que j'ai publiées en 1880 ([1]). Ces expériences ont été appuyées par de nombreuses mesures, exactes et spéciales, du volume du gaz, du poids d'argent total et du poids d'argent réduit, ainsi que des quantités de chaleur développées. Elles établissent que, dans les conditions précédentes, et d'après ces mesures :

» (1) Le volume de l'oxygène dégagé est sensiblement égal à celui de l'oxygène disponible de l'eau oxygénée.

» (2) La chaleur dégagée répond à celle de la décomposition propre de cette eau oxygénée.

» (3) La matière insoluble est constituée par un mélange d'un nouveau peroxyde d'argent noir, avec de l'argent métallique; le rapport de l'argent libre à l'argent combiné étant celui de 2 à 3.

» (4) Le système total renfermant ces deux composés, traité *aussitôt* par l'acide sulfurique étendu et porté à l'ébullition dans les tubes mêmes où ils ont pris naissance, dégage un nouveau volume d'oxygène, voisin du tiers de celui qu'il a fourni d'abord. En même temps, l'oxyde d'argent se dissout à l'état de sulfate d'argent, pourvu que la proportion d'eau soit suffisante, et il reste de l'argent métallique.

» (5) Le nouveau peroxyde d'argent, obtenu dans cette seconde phase, n'est pas stable : il perd peu à peu son oxygène, dès la température ordinaire.

» Cet oxyde ne serait pas, d'ailleurs, identique avec le bioxyde Ag^2O^2 signalé plus haut; il paraît constitué par la combinaison (ou le mélange en équilibre transitoire) de cet oxyde avec l'oxyde d'argent ordinaire

$$Ag^2O^2 + Ag^2O = Ag^4O^3.$$

» Tels sont les faits relatifs à la seconde phase des phénomènes : faits constatés non par une simple vue superficielle des phénomènes, mais par une étude approfondie, accompagnée d'analyses et de déterminations numériques.

» J'ai reproduit ces analyses et déterminations, avec les mêmes résultats, en 1897; j'en donnerai tout à l'heure d'autres, également conformes, et que je viens d'exécuter.

» III. Il résulte de la suite de mes observations que :

» Le système obtenu dans la seconde phase du phénomène ne sub-

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 164.

siste pas d'une façon définitive; le peroxyde d'argent se décomposant lentement à froid, de façon à dégager peu à peu son excès d'oxygène.

» C'est ce que prouvent ce dégagement même, aussi bien que les analyses nouvelles que je présenterai tout à l'heure. Les observations de M. Baeyer se rapportent à cette dernière et troisième phase des phénomènes.

» Ce n'est pas tout : le rapport exact entre l'argent oxydé et l'argent libre, reconnu dans mes premières études, ne peut être constaté qu'en opérant les réactions suivant l'ordre relatif et les conditions de concentration, de température, et de mélange immédiat complet, que j'ai définies dans mon travail. C'est ce que l'on pouvait déjà pressentir, d'après les expériences originelles de Thénard, où les doses d'argent réduit et d'oxygène dégagé ont été dans certains cas bien plus considérables. A la vérité, les expériences de Thénard ont été faites d'une façon plus grossière, s'il est permis d'employer ce mot. Il employait des liqueurs beaucoup plus riches en eau oxygénée, au point de faire explosion avec l'oxyde d'argent solide qu'il mettait en œuvre; c'est-à-dire que la température développée était bien plus haute.

» J'ai fait une étude spéciale des conditions susceptibles de déterminer de semblables variations, dans un second Mémoire, publié en 1897 dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XI, p. 217 (¹). Plusieurs des faits qui y sont signalés ont été aussi observés récemment par M. Baeyer, qui paraît avoir ignoré l'existence de ce second Mémoire, et qui les interprète d'ailleurs d'une façon différente, en attribuant à une sursaturation gazeuse ordinaire du liquide les phénomènes que je rapporte à l'existence de composés solides instables.

» Il m'a paru utile de soumettre la question à une nouvelle investigation; les observations faites par les divers chimistes qui s'en sont occupés n'étant nullement contradictoires, à mon avis, mais se rapportant à des phases différentes du phénomène, phases dont les premières ont été parfois méconnues.

» J'ai opéré, dans les essais qui suivent, avec $12^{cc},5$ d'eau oxygénée, susceptible de dégager $30^{cc},2$ d'oxygène (dans des conditions données de pression et de température, telles que 14°).

» A. On a formé le protoxyde d'argent à l'avance, en mélangeant les

---

(¹) Voir aussi la *Décomposition de l'eau oxygénée par l'oxyde d'argent ammoniacal*, même Recueil, 7e série, t. XI, p. 223.

solutions étendues : $AzO^3Ag + NaOH$; puis on y a introduit très rapidement la solution de H^2O^2.

» Volume gazeux dégagé en 5 minutes : 31^{cc}.

» B. On a mélangé les solutions $H^2O^2 + NaOH$, et l'on y a introduit très rapidement AzO^3Ag. Volume gazeux dégagé : $29^{cc},7$.

» C. On a mélangé la solution $H^2O^2 + AzO^3Ag$, et l'on y a introduit très rapidement NaOH. Volume dégagé : $29^{cc},5$.

» La réaction, dans l'expérience C, se termine moins nettement que dans les deux cas précédents, qui représentent le phénomène ordinaire. En effet, dans l'expérience C le gaz dégagé s'élevait à 32^{cc}, cinq minutes après le moment de son ralentissement, et il continuait encore à se dégager, de plus en plus lentement.

» Quoi qu'il en soit, les chiffres de ces nouveaux essais et surtout ceux des expériences A et B sont conformes à ceux de mes anciennes mesures; ils indiquent également l'existence de la seconde phase, où la réaction s'arrête momentanément vers le terme qui répondrait uniquement au dégagement de l'oxygène disponible de l'eau oxygénée.

» Cependant il se produit ensuite, comme je l'ai dit, une troisième phase, caractérisée par un dégagement d'oxygène beaucoup plus lent. Quelle est l'origine de ce dernier oxygène? Préexiste-t-il *dans la dissolution à l'état de sursaturation physique?* Ou bien se forme-t-il par la *décomposition* progressive d'un *composé instable,* tel qu'un *peroxyde d'argent solide?*

» Pour résoudre la question, j'ai repris le contenu de chacun des trois tubes, qui avaient donné lieu au premier dégagement d'oxygène opéré à froid et mesuré plus haut, dès que ce dégagement m'a paru arrêté, et j'ai jeté aussitôt ce contenu sur un filtre. J'ai ainsi séparé la liqueur du précipité, aussi rapidement que possible ; j'ai lessivé le filtre avec de petites quantités d'eau froide. Le tout accompli en moins d'un quart d'heure, j'ai introduit dans deux tubes séparés, d'une part la liqueur filtrée, d'autre part le filtre avec son précipité bien lavé et égoutté, mais encore humide, plus une certaine dose d'eau distillée, de façon à permettre de soumettre le tout à l'ébullition ; puis encore, par un robinet ajusté à la fiole, j'y ai versé une dose d'acide sulfurique étendu, en proportion double à peu près de celle qui était nécessaire pour redissoudre l'oxyde d'argent.

» Le volume total des liquides, mis en expérience, s'élevait vers 40^{cc} à 50^{cc}, suivant les cas.

» Voici les volumes gazeux obtenus dans ces conditions :

	Gaz dégagés par l'ébullition du liquide filtré.	Gaz dégagés pendant l'attaque de l'oxyde d'argent par l'acide sulfurique étendu, porté à l'ébullition.
	cc	cc
A	2,3	5,0
B	2,9	6,0
C	3,0	5,1

» Les volumes gazeux dégagés du liquide filtré représentent à la fois l'excès de gaz dissous, ou combiné, et l'air dissous dans l'eau employée : or ce dernier ne saurait dépasser 1^{cc}, d'après sa solubilité normale.

» De là résulte pour l'oxygène dégagé excédant :

» Gaz dégagé du liquide filtré, 1^{cc} à 2^{cc};

» Gaz dégagé du peroxyde d'argent solide, 5^{cc} environ, c'est-à-dire beaucoup plus.

» Ces valeurs sont évidemment fort inférieures à celles que le liquide et le peroxyde précipité renfermaient, lors de la seconde phase, au moment même où l'oxygène primitif a été recueilli. Une portion considérable de cet oxygène a continué à se dissiper peu à peu; pendant les manipulations consécutives : une portion même de cet oxygène, provenant du peroxyde, a dû demeurer dans le liquide de filtration et de lavage; cette dose porterait vers 8^{cc} à 9^{cc} le gaz provenant réellement du précipité. Mais je ne veux pas insister sur cette dernière correction.

» En envisageant seulement les résultats bruts, il est certain qu'il s'est accompli une perte préalable d'oxygène, aux dépens du peroxyde d'argent peu stable, retenu sur le filtre, et en raison de la durée de la filtration et des lavages. Voilà pourquoi on a observé seulement 5^{cc}; tandis que le peroxyde d'argent, précipité tout d'abord, en aurait dégagé près du double, soit 10^{cc}: proportion qu'il a donnée effectivement dans mes déterminations de 1880, où sa décomposition avait lieu dans le tube même du premier dégagement et aussitôt après, sans l'isoler.

» Cependant le résultat actuel n'en est pas moins caractéristique, car il démontre que l'oxygène dégagé pendant la dernière phase du phénomène était contenu principalement dans le précipité, et non dans la liqueur : ce qui exclut l'hypothèse d'un effet fondamental attribuable à une sursaturation liquide.

» En résumé, les faits observés peuvent être interprétés de la manière suivante :

» L'eau oxygénée, en réagissant sur l'oxyde d'argent dans les conditions décrites, formerait d'abord un bioxyde, Ag^2O^2, extrêmement instable,

$$Ag^2O + H^2O^2 = Ag^2O^2 + H^2O,$$

équation qui répond à la première phase du phénomène.

» Ce bioxyde se décompose presque immédiatement, en donnant lieu à deux réactions simultanées que l'on peut représenter comme il suit :

» Une partie se résout directement en argent et oxygène,

$$Ag^2O^2 = Ag^2 + O^2;$$

conformément à ce qui arrive pour le tritoxyde d'hydrogène, H^2O^3, dérivé de l'eau oxygénée dans la réaction du permanganate de potasse, lequel perd d'un seul coup ses deux atomes d'oxygène disponibles.

» Une partie du bioxyde d'argent se décompose d'une façon moins complète, en régénérant à la fois de l'oxygène et du protoxyde d'argent, lequel demeure combiné avec une autre fraction du bioxyde

$$\left\{\begin{array}{l} Ag^2O^2 = Ag^2O + O, \\ Ag^2O^2 + Ag^2O = Ag^4O^3. \end{array}\right.$$

» En définitive, l'équation suivante représente la somme des effets constatés dans la seconde phase du phénomène

$$3Ag^2O + 3H^2O^2 = Ag^4O^3 + Ag^2 + O^3.$$

» Mais une transformation aussi régulière n'a pas lieu d'une manière nécessaire et dans tous les cas, ainsi que je l'ai montré en 1897. Les phénomènes en effet, si l'on n'y prend garde, sont susceptibles de se compliquer par la décomposition spontanée du sesquioxyde Ag^4O^3 en oxygène et protoxyde

$$Ag^4O^3 = 2Ag^2O + O$$

décomposition que j'ai signalée tout d'abord et que diverses circonstances accélèrent.

» J'ai également rappelé que l'on observe dans les réactions brusquées, ou accompagnées d'une élévation locale et subite de température, une décomposition plus profonde, qui tend vers la réaction totale

$$Ag^2O^2 = Ag^2 + O^2.$$

» Cette multiplicité d'effets résulte des propriétés exothermiques de l'eau oxygénée, sa décomposition propre

$$H^2O^2 = H^2O + O$$

dégageant $+21^{Cal},7$;

» Et cette énergie étant suffisante pour déterminer la décomposition simultanée de l'oxyde d'argent, car

$$H^2O^2 + Ag^2O = H^2O + Ag^2 + O^2$$

dégage $+21,7 - Q$;

» Q est la chaleur de formation de l'oxyde, à partir de l'argent envisagé sous l'état particulier qu'il affecte lors de sa séparation actuelle ([1]).

» Une semblable multiplicité de réactions, — déterminables dans un sens ou dans l'autre par des influences en apparence légères, qui les amorcent dans un sens ou dans un autre, — se manifeste continuellement dans l'étude des matières explosives; j'ai développé le détail des effets de ce genre dans la décomposition de l'azotate d'ammoniaque ([2]).

» Je rappellerai également les expériences plus récentes, que j'ai faites avec M. Vieille ([3]), sur la destruction de l'acétone, entraîné dans la décomposition explosive de l'acétylène. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la puissance représentative d'une portion finie de courbe continue.* Note de M. G. LIPPMANN.

« Le langage écrit est un ensemble infini et discontinu, dans lequel le nombre des éléments distincts (signes alphabétiques, algébriques, typographiques et autres) est d'ailleurs fini. On peut le considérer comme constituant une bibliothèque (L) d'un nombre infini de volumes.

» Une portion finie de courbe est un ensemble continu : je dis que cet ensemble a une puissance représentative infiniment supérieure à celle de l'ensemble (L).

» Démontrons d'abord que l'on peut représenter (L) par une courbe

---

([1]) Pour les états connus de l'argent, Q varie de 5^{Cal} à 9^{Cal}, suivant ces états, d'après mes récentes études.

([2]) *Sur la force des matière explosives*, t. II, p. 183.

([3]) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XIII, p. 18; 1898.

finie (C). Considérons la série de Fourier

$$(1) \qquad y = A_1 \sin \frac{2\pi x}{l} + A_2 \sin 2 \frac{2\pi x}{l} + \ldots,$$

prenons comme premier, comme deuxième coefficient du second membre le premier, le deuxième élément que nous rencontrons dans l'ensemble (L). Ayons soin d'ailleurs d'affecter chaque signe distinct de cet ensemble d'une valeur numérique arbitrairement choisie.

» Le second membre de (1) est une série convergente, et cette équation définit une courbe (C) finie et comprise entre les abscisses o et l. Inversement cette courbe représente complètement l'ensemble (L). En effet, cette courbe étant donnée, on en déduit la valeur des coefficients A_1, A_2, ... de la série de Fourier qui la représente; et par là on retrouve les éléments de l'ensemble (L) dans l'ordre où ils se trouvent placés. La courbe (C) représente donc complètement l'ensemble (L).

» Or, dans l'équation (1), on a supposé que le nombre des valeurs distinctes des coefficients A_1, A_2, ... était fini. Pour obtenir une courbe quelconque, il faudrait laisser tomber cette restriction et admettre que tous les coefficients, en nombre infini, pussent être différents : ce qui évidemment est un cas infiniment plus général. Donc la puissance représentative d'une courbe finie quelconque surpasse infiniment celle d'une courbe telle que (C) qui suffit pour représenter l'ensemble (L). »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Plumey pour 1901. — MM. de Bussy, Léauté, Guyou, Maurice Levy, Sebert.

Commission chargée de juger le concours du prix Fourneyron pour 1901. — MM. Maurice Levy, Sarrau, Léauté, Boussinesq, Sebert.

Commission chargée de juger le concours du prix Pierre Guzman pour 1901. — MM. Lœwy, Janssen, Wolf, Callandreau, Faye.

Commission chargée de juger le concours du prix Lalande pour 1901. — MM. Lœwy, Janssen, Callandreau, Faye, Wolf, Radau.

Commission chargée de juger le concours du prix Valz pour 1901. — MM. Lœwy, Janssen, Callandreau, Wolf, Faye.

Commission chargée de juger le concours du prix Lacaze (Physique) pour 1901. — MM. Cornu, Mascart, Lippmann, Becquerel, Potier, Violle, Cailletet, Berthelot, d'Arsonval.

Commission chargée de juger le concours du prix Gaston Planté pour 1901. — MM. Cornu, Mascart, Lippmann, Becquerel, Violle.

Commission chargée de juger le concours du prix Kastner-Boursault pour 1901. — MM. Mascart, Lippmann, Cornu, Becquerel, Violle.

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Statistique). — MM. Haton de la Goupillière, Laussedat, de Freycinet, Rouché, de Jonquières, Brouardel.

Commission chargée de juger le concours du prix Jecker pour 1901. — MM. Troost, Gautier, Moissan, Ditte, Lemoine, Haller.

CORRESPONDANCE.

La Société mathématique de Moscou adresse à l'Académie l'expression de sa profonde condoléance à l'occasion de la mort de M. *Charles Hermite*.

M. le Capitaine Maurain adresse, de Quito, des remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la décomposition des fonctions méromorphes en éléments simples*. Note de M. Émile Borel, présentée par M. Picard.

« Étant donnée une fonction méromorphe, on sait qu'elle peut se mettre d'une infinité de manières sous la forme d'une série de fractions rationnelles, admettant pour pôles les pôles de la fonction; en particulier, on peut supposer que chacune de ces fractions n'a qu'un seul pôle (simple ou multiple).

» Si, pour abréger l'écriture, on suppose les pôles simples, on obtient le développement

$$(1) \qquad f(z) = \frac{G(z)}{F(z)} = \sum \left[\frac{A_n}{z - a_n} + P_n(z) \right],$$

$f(z)$ étant la fonction méromorphe donnée, $G(z)$ et $F(z)$ deux fonctions entières, les A_n des constantes et les $P_n(z)$ des polynomes.

» L'hypothèse la plus simple et la plus naturelle que l'on puisse faire sur ces polynomes consiste à les supposer égaux aux premiers termes du développement suivant les puissances ascendantes de z des fractions rationnelles correspondantes; on posera donc :

$$P_n(z) = A_n\left(\frac{1}{a_n} + \frac{z}{a_n^2} + \ldots + \frac{z^{m_n-1}}{a_n^{m_n}}\right),$$

m_n étant un entier qui dépend de n; mais il est alors nécessaire de compléter le second membre de la formule (1) en y ajoutant une fonction entière $H(z)$.

» Que peut-on dire de l'*ordre* de cette fonction entière $H(z)$, lorsque l'on connaît l'ordre des fonctions entières $G(z)$ et $F(z)$? C'est une question qui, à ma connaissance, n'a pas encore été étudiée; voici quelques résultats que j'ai obtenus à ce sujet et dont je publierai prochainement la démonstration dans les *Annales de l'École Normale*.

» *Si, les fonctions* $G(z)$ *et* $F(z)$ *étant d'ordre fini* ρ, *la fonction* $F(z)$ *n'est assujettie à aucune autre condition, on ne peut rien dire de général sur l'ordre de* $H(z)$; *la croissance de cette fonction peut dépasser toute croissance assignée d'avance.*

» Il est possible, en ce cas, de mettre $f(z)$ sous la forme

$$f(z) = H(z) + \sum [R_n(z) - Q_n(z)], \tag{2}$$

$H(z)$ étant une fonction entière d'ordre au plus égal à ρ, et *les* $R_n(z)$ *des fractions rationnelles dans chacune desquelles le degré du numérateur est inférieur à celui du dénominateur et* $Q_n(z)$ *un polynome formé d'un certain nombre des premiers termes du développement de* $R_n(z)$ *suivant les puissances ascendantes de* z.

» Mais il n'est pas toujours possible de supposer que chacune des fractions $R_n(z)$ n'a qu'un seul pôle; il faut pour cela que la fonction entière dénominateur $F(z)$ satisfasse à une certaine condition qui ne dépend pas de $G(z)$ et que l'on peut énoncer en disant que la distribution des zéros de $F(z)$ est *ordinaire*. Par définition, on entend par là que, si l'on calcule, pour chaque zéro de $F(z)$, l'inverse du module de la première des dérivées qui ne s'annule pas, les nombres positifs ainsi obtenus croissent, au plus, aussi vite que le module maximum d'une fonction entière d'ordre ρ.

Le cas où ces nombres croissent comme le module maximum d'une fonction entière d'ordre fini supérieur à ρ mérite aussi une attention spéciale.

» La conclusion essentielle de nos recherches est donc la suivante : Appelons *série canonique de fractions rationnelles* une série telle que (2), dans laquelle la convergence a été obtenue en retranchant, des fractions $R_n(z)$ (dans lesquelles le degré du numérateur est inférieur à celui du dénominateur), les polynomes $Q_n(z)$ formés par les premiers termes de leurs développements en série : *une fonction méromorphe d'ordre fini* (c'est-à-dire quotient de deux fonctions entières d'ordre fini) *ne peut pas toujours se mettre sous la forme d'une fonction entière d'ordre fini et d'une série canonique de fractions simples.*

» Il y a des cas où il est nécessaire de réunir dans une même fraction rationnelle $R_n(z)$ plusieurs des pôles de la fonction $f(z)$: cette circonstance se présente lorsqu'il y a une infinité de groupes de pôles tels que la distance qui sépare entre eux les pôles de chaque groupe tend très rapidement vers zéro lorsque la distance des groupes à l'origine augmente indéfiniment. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les racines des équations transcendantes.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

« Théorème. — *Soit*

$$fx = \theta_0 + \theta_1 x^{\varpi_1} + \ldots + \theta_n x^{\varpi_n} + \ldots$$

une série rationnelle (¹) (*ou un polynome*) ($\varpi_1, \ldots, \varpi_n, \ldots$ *entiers croissants,* θ_0 *entier,* $\theta_1, \ldots, \theta_n, \ldots$ *rationnels*) *convergente dans le domaine où se trouve compris*

$$X = X_1 + \sum \frac{\alpha_l}{q^{\psi(l)}}$$

(ψl *entier positif croissant,* α_l *entier* $\neq 0$ *et* $< q - 1$ *en valeur absolue*), X *étant un nombre, rationnel ou non, exprimé dans le système de numération de base* q ; *soit* $\frac{p_l}{q_l}$ *la fraction obtenue en s'arrêtant dans* X *au terme d'indice* l ($q_l = q^{\psi l}$).

$$\theta_1, \quad \ldots, \quad \theta_n, \quad \varpi_1, \quad \ldots, \quad \varpi_n, \quad \alpha_1, \quad \ldots, \quad \alpha_l, \quad \psi 1, \quad \ldots, \quad \psi l,$$

(¹) Nous appelons *série rationnelle* une série dont les coefficients sont rationnels.

étant quelconques, si l'on prend $\theta_{n+1}, \theta_{n+2}, \ldots$, *assez petits, ou, quand* $X < 1$, $\varpi_{n+1}, \varpi_{n+2}, \ldots$, *assez grands pour que*

$$R_n\left(\frac{p_l}{q_l}\right) = \theta_{n+1}\left(\frac{p_l}{q_l}\right)^{\varpi_{n+1}} + \ldots < \frac{1}{2Tq_l^{\varpi_n}}$$

(T *dénominateur commun à* $\theta_1, \ldots, \theta_n$), *ce qui est toujours possible,* X *ne pourra être racine de* $fx = 0$ *que si*

$$\left|X - \frac{p_l}{q_l}\right|^\alpha > \frac{\alpha!}{4Tq_l^{\varpi_n}M}$$

(α *ordre de multiplicité de la racine* X, M *nombre fini convenablement choisi*). *Par suite, on peut toujours prendre* $\psi(l+1)$ *assez grand pour que* X *ne soit pas racine de* $fx = 0$.

» Exemples : 1° La fraction

$$X = X_1 + \frac{\alpha_1}{q^{k''_1+1}} + \ldots + \frac{\alpha_n}{q^{k''_n+n!n}} + \ldots,$$

où X_1 et q sont des entiers quelconques, et où $\alpha_1, \ldots, \alpha_n, \ldots$ sont des entiers dont la valeur absolue est $\leqq q-1$ et $\neq 0$, n'est solution d'aucune des équations

$$0 = fx = a_0 + \frac{a_1 x}{r^{k'_1+1}} + \frac{a_2 x^2}{r^{k'_2+2!2}} + \ldots + \frac{a_n x^n}{r^{k'_n+n!n}} + \ldots,$$

où r est entier et où $a_1, \ldots, a_n, \ldots$ sont des entiers limités positifs ou négatifs quand $q \leqq r \leqq q^2$, $[k'_n, k''_n \leqq (n-1)!]$.

» De même la fraction

$$X = X_1 + \frac{\alpha_1}{q^{\psi(1)}} + \ldots + \frac{\alpha_n}{q^{\psi(n)}} + \ldots$$

n'est solution d'aucune des équations

$$0 = fx = a_0 + \frac{a_1 x}{r^{\chi(1)}} + \ldots + \frac{a_n x_n}{r^{\chi(n)}} + \ldots,$$

quand $\frac{\chi(n+1)}{n\chi n}$, $\frac{\psi(n+1)}{n\psi n}$ croissent indéfiniment avec n, et que $\lim \frac{\psi n}{\chi n} = 1$ pour $n = \infty$.

» 2° La fraction

$$\frac{\alpha_1}{q^{\psi(1)}} + \ldots + \frac{\alpha_n}{q^{\psi(n)}} + \ldots < 1,$$

où q est entier, et où $\alpha, \ldots, \alpha_n, \ldots$ sont des entiers $\neq 0$ dont la valeur absolue est $< q$, n'est solution d'aucune des équations

$$f = a_0 + a_1 x^{\varpi(1)} + \ldots + a_n x^{\varpi(n)} + \ldots = 0,$$

$a_0, a_1, \ldots, a_n, \ldots$ étant des entiers positifs ou négatifs, lorsque $\lim \frac{\psi n}{\varpi n} = 1$, pour $n = \infty$, $a_n \leqq \frac{\varpi n}{\varpi(n-1)}$, et que $\lambda \frac{\varpi(n+1)}{(\varpi n)^2}$ croît indéfiniment avec n. La série f est alors toujours convergente pour $x < 1$.

» On obtient des résultats analogues pour les équations $f_1 = 0$ quand f_1 est une série rationnelle procédant suivant les puissances décroissantes de x ou présentant un point singulier essentiel pour $x = 0$. Dans ce dernier cas, on obtient également des résultats analogues pour les nombres $\frac{1}{X}$.

» Nous nous dispenserons d'énoncer ici le théorème analogue au théorème I ; nous mentionnerons seulement l'exemple suivant :

» La fraction

$$X = X_1 + \frac{\alpha_1}{q^{\psi 1}} + \ldots + \frac{\alpha_n}{q^{\psi n}} + \ldots,$$

ou son inverse, n'est solution d'aucune des équations

$$0 = f_1 x = \ldots + \frac{b_n}{r^{\rho(n)} x^n} + \ldots + \frac{b_1}{r^{\rho(1)} x} + a_0 + \frac{a_1 x}{r^{\rho(1)}} + \ldots + \frac{a_n x^n}{r^{\rho(n)}} + \ldots$$

quand $\frac{\rho(n+1)}{n \rho n}, \frac{\psi(n+1)}{n \psi n}$ croissent indéfiniment avec n et que $\lim \frac{\psi n}{\rho n} = 1$ (a_i, b_j, r entiers finis $\neq 0$).

» Les idées qui nous ont servi pour établir les résultats ci-dessus sont applicables en principe à toute équation $Fx = 0$, où F est une fonction admettant des dérivées successives aux environs de la racine X. Elles s'appliquent également au cas où X est représenté par un développement en fraction continue dont les quotients incomplets croissent suffisamment vite.

» On doit remarquer la correspondance qui existe entre les propriétés ci-dessus et celles que nous avons énoncées dans deux précédentes Communications (25 février, 11 mars 1901). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la fraction continue de Stieltjes.* Note de M. H. **Padé**, présentée par M. Appell.

« Considérée au point de vue de la théorie des fractions continues holoïdes, la fraction continue de Stieltjes

$$\cfrac{1}{a_1 z + \cfrac{1}{a_2 + \cfrac{1}{a_3 z + \cfrac{1}{a_4 + \dots}}}}$$

donne lieu aux remarques qui suivent :

» En posant $tz = 1$, elle devient, au facteur t près (formule I^b du Mémoire de Stieltjes),

$$\text{(A)} \qquad \cfrac{b_0}{1 + \cfrac{b_1 t}{1 + \cfrac{b_2 t}{1 + \dots}}}, \qquad b_0 = \frac{1}{a_1}, \qquad b_n = \frac{1}{a_n a_{n+1}}.$$

» Cette fraction (A) est une fraction continue holoïde : toutes ses réduites peuvent faire partie d'un même Tableau (T) de fractions rationnelles approchées, et elle définit complètement un tel Tableau. Les points représentatifs de ses réduites ont, d'ailleurs, pour coordonnées (μ, ν), μ désignant le degré du dénominateur et ν celui du numérateur

$$(0, 0), \quad (1, 0), \quad (1, 1), \quad (2, 1), \quad (2, 2), \quad (3, 2), \quad \dots.$$

» Les quotients incomplets étant des constantes, elle est susceptible de *contraction*, et elle peut être transformée en l'une ou l'autre de ces deux fractions continues holoïdes, dont la seconde est, au facteur t près, la fraction I^c de Stieltjes où l'on remplacerait z par $\frac{1}{t}$

$$\text{(B)} \qquad \cfrac{b_0}{1 + \cfrac{b_1 t}{1 + b_2 t - \cfrac{b_2 b_3 t^2}{1 + (b_3 + b_4) t - \cfrac{b_4 b_5 t^2}{1 + (b_5 + b_6) t - \dots}}}},$$

$$\text{(C)} \qquad \cfrac{b_0}{1 + b_1 t - \cfrac{b_1 b_2 t_2}{1 + (b_2 + b_3) t - \cfrac{b_3 b_4 t^2}{1 + (b_4 + b_5) t - \dots}}}$$

» La fraction (B) a pour réduites les réduites de rang impair de (A), c'est-à-dire donne les fractions du Tableau (T) dont les points représentatifs (0, 0), (1, 1), (2, 2), ... sont sur la bissectrice $y = x$.

» La fraction (C) a pour réduites les réduites de rang pair de (A), c'est-à-dire donne les fractions de (T) dont les points représentatifs (1,0), (2,1), (3,2), ..., sont sur la parallèle $y = x - 1$ à la bissectrice.

» Les recherches de Stieltjes concernant la convergence de la fraction (A), et où une distinction s'établit entre les réduites de rang pair et celles de rang impair, se rapportent donc, au fond, à l'étude de la convergence des deux fractions continues holoïdes (B) et (C), dont chacune correspond à une suite infinie spéciale de fractions rationnelles approchées du Tableau (T).

» A ce point de vue, le beau Mémoire de Stieltjes apparaît comme la tentative la plus profonde faite jusqu'ici pour *obtenir la définition d'une fonction au moyen d'un Tableau de fractions rationnelles approchées tel que* (T). Il établit que deux suites infinies de fractions rationnelles d'un même Tableau (T), à savoir celles dont les points représentatifs sont respectivement sur les droites $y = x$ et $y = x - 1$, peuvent, selon les cas, converger vers une même limite ou vers des limites différentes, tandis qu'une troisième fraction continue du Tableau, à savoir celle d'Euler, qui a pour réduites les divers polynomes du développement *formel* en série entière de la fraction (A), est tantôt convergente et tantôt divergente. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes d'opérations.* Note de M. **G.-A. Miller**, présentée par M. Jordan.

« A. En élevant chaque opération d'un groupe abélien (H) à la puissance α, nous avons un isomorphisme de H avec lui-même [1]. Cet isomorphisme est holoédrique lorsque α et l'ordre (h) de H sont premiers entre eux. Il est mériédrique lorsque les nombres α et h ont un autre diviseur commun que l'unité. Nous considérons seulement, dans ce qui va suivre, la première classe d'isomorphismes. Tous les isomorphismes qui sont obtenus en élevant chaque opération de H à la même puissance correspondent à des opérations invariantes dans le groupe (δ) des isomorphismes de H. Réciproquement, chaque opération invariante de δ transforme

[1] *Transactions of the American Mathematical Society*, vol. I, p. 396; 1900.

chaque opération de H en une de ses puissances de degré constant et chaque opération non invariante de δ permute entre eux quelques-uns des sous-groupes de H. Par suite, *le nombre des opérations invariantes de* δ *est égal au nombre d'opérations de la plus haute puissance dans un des plus grands sous-groupes circulaires de* H ; et les opérations de δ transforment les sous-groupes de H suivant un groupe lequel est isomorphe au groupe $\frac{\delta}{\delta_1}$, où δ_1 est formé par les opérations invariantes de δ. Pour que δ soit abélien il faut et il suffit que H soit circulaire.

» B. J'ai examiné récemment tous les groupes non abéliens possibles de l'ordre p^m ($m > 4$ et p étant un nombre premier quelconque), qui contiennent le groupe abélien du type $(m-2,1)$ et j'ai trouvé qu'il y a seulement sept groupes de cette catégorie lorsque $p > 3$. Quatre de ceux-ci contiennent $p^3 - 1$ opérations de l'ordre p et $p^{\alpha+1}(p-1)$ opérations de l'ordre p^α, $1 < \alpha < m-1$. Deux autres contiennent $p^1 - 1$ opérations de l'ordre p^2 et $p^{\alpha+1}(p-1)$ opérations de l'ordre p^α, $2 < \alpha < m-1$. Le groupe restant contient des opérations de l'ordre p^{m-1} et il est bien connu (¹). Lorsque $p = 3$, il y a un groupe de plus, et lorsque $p = 2$ et $m > 5$, le nombre des groupes de cette catégorie est 17. Quand p est impair, le groupe d'isomorphismes du groupe abélien de type $(m-2,1)$ contient un sous-groupe non abélien d'ordre p^3 qui renferme toutes ses opérations d'ordre p. Lorsque $p = 2$, les opérations d'ordre 2 de ce groupe d'isomorphismes produisent un groupe d'ordre 32 qui renferme 16 opérations du quatrième ordre.

» Chaque isomorphisme d'un groupe abélien à lui-même peut être obtenu en le faisant isomorphe avec un de ses sous-groupes et multipliant les opérations correspondantes (²). Soient $S_1, S_2, \ldots, S_{p^m}$ les représentants des opérations d'un groupe P circulaire de l'ordre p^m (p étant un nombre premier impair quelconque) et supposons que

$$t^{-1}Pt = H \qquad \text{et} \qquad t^{-1}S_\alpha t = S_{\alpha+1}S_\alpha, \qquad \alpha \overline{\overline{<}} p^m.$$

Par suite

$$t^{-n}S_\alpha t^n = S_{\alpha+n}S_{\alpha+n-1}^n \ldots S_{\alpha+n-r}^{\frac{n(n-1)\ldots(n-r-1)}{r!}} \ldots S_{\alpha+1}^n S_\alpha.$$

Si $S_{\alpha+1}$ est d'un ordre plus bas que S_α, il est facile de prouver que l'ordre de l'opération ayant S_α comme facteur est égal à l'ordre de $S_{\alpha+1}^n$. Quand

(¹) BURNSIDE, *Theory of groups of finite order*, p. 76; 1891.

(²) *Bulletin of the American Mathematical Society*, t. VI, p. 337; 1900.

S_α est une génératrice de P, t doit être du même ordre que $S_{\alpha+1}$. Il suit de ce qui précède que les opérations d'ordre p^β dans le groupe d'isomorphismes de P transforment P de la même manière que si nous faisions P isomorphe avec son sous-groupe d'ordre p^β et multipliions les opérations correspondantes.

» La formule donnée suggère une méthode pour obtenir facilement les nombres qui appartiennent à l'exposant p^β mod. p^m (1). Supposons $p=2$ et S_α, $S_{\alpha+1}$ d'ordres 2^m, $2^{m-\gamma}$ ($\gamma \geqq 2$) respectivement. L'ordre de l'opération, laquelle est multipliée par S_α, est encore égal à l'ordre de $S^n_{\alpha+1}$. Nous voyons par là que le groupe d'isormophisme du groupe circulaire d'ordre 2^m contient des opérations d'ordre 2^{m-2}. Puisque le groupe dérivé de ces opérations ne transforme pas les opérations du groupe circulaire d'ordre 2^m en leurs inverses, le groupe d'isomorphismes en question est du type $(m-2, 1)$. »

PHYSIQUE. — *Action des rayons du radium sur le sélénium.* Note de M. **Eugène Bloch**, présentée par M. Mascart.

« W. Smith a découvert en 1873 que la résistance électrique du sélénium diminue sous l'action de la lumière. M. Perreau a généralisé cette propriété (*Comptes rendus* du 4 décembre 1899) en montrant que les rayons de Röntgen produisent sur le sélénium une action tout à fait comparable à celle de la lumière. Il était intéressant de rechercher comment le sélénium se comporterait vis-à-vis des nouveaux corps radioactifs. Or j'ai pu mettre en évidence une action des rayons du radium sur le sélénium, du même ordre de grandeur que les deux précédentes, quoique plus lente.

» Un premier élément au sélénium construit suivant la technique indiquée par Siemens en 1876 (rainure en spirale formée par deux fils métalliques parallèles, dans laquelle on coule du sélénium) possédait, dans l'obscurité, une résistance à peu près stable voisine de 30000^ω. Cette résistance a été équilibrée au pont de Wheatstone, avec l'aide d'un daniell, d'une boîte à pont, et d'un galvanomètre Thomson sensible. Dans l'un des essais la résistance initiale était de 30100^ω. Elle diminuait rapidement de 800^ω à 1000^ω sous l'influence d'une faible lumière diffuse; placée à 50^{cm} d'une lampe à incandescence à verre dépoli, elle tombait en quelques minutes à 15000^ω; elle reprenait dans l'obscurité sa valeur initiale, mais avec une grande lenteur.

» On a placé alors vis-à-vis de l'élément, et à 1^{mm} de distance environ, un échan-

(1) *Ibid.*, avril 1901.

tillon de carbonate de baryum radifère (obligeamment prêté par M. Debierne); cet échantillon était étalé de manière à occuper une surface comparable à celle de l'élément et était recouvert d'une feuille de papier noir assez épaisse pour intercepter entièrement la faible lumière émise par le corps radioactif. La résistance a diminué lentement, et au bout de dix minutes elle était tombée à 29000$^{\omega}$. L'échantillon ayant été enlevé, la résistance a augmenté progressivement de 800$^{\omega}$ en une heure et n'a repris sa valeur initiale qu'au bout de deux heures. — Le corps employé possédait d'ailleurs une radioactivité 1000 (mille fois celle de l'uranium), et il est probable que les échantillons beaucoup plus actifs qui ont été préparés auraient une action plus énergique.

» Un second élément semblable au premier possédait une résistance normale de 654000$^{\omega}$ environ, qui tombait en dix minutes à 640000$^{\omega}$ sous l'action des rayons du radium. — Ici encore l'action est à peine inférieure à celle d'une lumière diffuse très faible.

» Il y a dans ces expériences un argument en faveur de l'idée que les rayons du radium sont formés d'un complexe de rayons cathodiques et de rayons de Röntgen. »

ÉLECTRICITÉ. — *Décharge disruptive dans les électrolytes*. Note de MM. **André Broca** et **Turchini**, présentée par M. Potier.

« Nous avons observé, au moyen d'oscillations électriques de 350^{m} à 400^{m} environ de longueur d'onde ([1]), c'est-à-dire vibrant un peu moins de un million de fois par seconde, que les propriétés des électrolytes placés sur le circuit de décharge étaient profondément modifiées. Dans des conditions convenables, il jaillit dans des électrolytes très conducteurs des étincelles disruptives extrêmement puissantes qui montrent que, pour des oscillations de cet ordre de fréquence, l'électrolyte se comporte à peu près comme un diélectrique. C'est la raison expérimentale indiscutable de la transparence des électrolytes pour la lumière, qui était si difficile à expliquer dans la théorie électromagnétique.

» Nous avons opéré au moyen d'une grosse bobine de Ruhmkorff actionnée par le courant alternatif du secteur de la rive gauche et donnant 5^{cm} ou 6^{cm} d'allumage de l'arc dans nos conditions (110 volts, 42 périodes, 50 ampères). La capacité employée (environ 12500 unités électrostatiques) était assez grande pour produire l'étincelle active sans soufflage. Nous produisons celle-ci dans l'air, l'éclatement dans l'huile ou le pétrole donnant, avec une pareille puissance, des irrégularités gênantes. Si l'on

([1]) Nombre calculé.

place dans ce circuit une cuve disposée pour l'éclatement de l'étincelle dans l'huile, mais si on la remplit d'un liquide conducteur, on voit des étincelles puissantes, d'un éclat extrême et très bruyantes, jaillir entre les deux boules de laiton, de 2^{cm} de diamètre, aussitôt que leur écartement est produit. En même temps, quelques bulles de gaz se produisent et les étincelles se maintiennent jusqu'à une distance que nous n'avons pu encore mesurer exactement, mais qui est d'environ 2^{mm}. Si l'on écarte les boules davantage, le phénomène cesse, et l'étincelle de décharge reste active et, par conséquent, *disruptive*.

» Si l'on ferme complètement l'éclateur à air, lorsque les deux boules de l'éclateur électrolytique sont à une distance où se produit le phénomène précédent, on voit ce phénomène cesser, ce qui empêche de l'attribuer à un échauffement électrolytique comme celui qui a lieu dans les électrolyses à haut voltage. Dans ce dernier cas, en effet, l'intensité efficace est supérieure à ce qu'elle est avec l'étincelle active, mais la fréquence est celle du secteur de la rive gauche.

» Ainsi, on ne peut produire une étincelle active dans un électrolyte, mais quand il y a une étincelle active dans le circuit, et que la distance est convenable, il se produit dans l'électrolyte une étincelle ayant tous les caractères de l'activité.

» Une raison encore nous porte à croire que c'est un vrai phénomène disruptif. La caractéristique d'un arc, c'est que, une fois l'allumage produit, on peut écarter les électrodes, et le phénomène se continue. Ici, quand on écarte les boules de manière à atteindre la limite du phénomène, il se reproduit à coup sûr quand, après avoir ouvert le courant, on le referme.

» Enfin, après quelques secondes d'usage, on voit déjà les boules de l'excitateur s'user notablement. Le phénomène est, à ce point de vue, infiniment plus puissant que l'éclatement dans l'air. Nous présentons à l'Académie les deux boules qui ont montré ce phénomène. Elles ont peut-être servi trois ou quatre minutes, effectivement, et elles présentent en regard deux petits plans de 5^{mm} à 6^{mm} de diamètre.

» En voyant cette usure rapide qui changeait les conditions du phénomène, nous avons alors opéré avec deux fils cylindriques placés dans le prolongement l'un de l'autre et que nous rapprochons quand l'usure se produit. On peut ainsi avoir un phénomène stable malgré l'usure extrêmement rapide dans ces conditions, et l'étincelle prend un éclat incomparable.

» Nous avons commencé à étudier les divers électrolytes et le rôle de la dilution dans chacun d'eux. Nous faisons construire en ce moment un appareil plus précis, mais nous avons déjà quelques résultats grossiers.

» *Eau acidulée.* — Dans l'eau acidulée, entre boules de laiton de 2^{cm}, l'éclatement se produit seulement quand la dilution est inférieure à $\frac{1}{40}$ environ. Pour les teneurs plus grandes en acide sulfurique, avec les fréquences que nous avons, on ne peut obtenir l'éclatement.

» Entre fils, les conditions changent énormément. Entre deux fils de cuivre de 3^{mm} de diamètre, terminés par des plans normaux à l'axe, le phénomène se produit encore pour une concentration de $\frac{1}{7}$. C'est d'ailleurs sa limite. A ce moment, l'étincelle n'est plus brillante et bruyante; c'est une petite étincelle maigre et rougeâtre.

» Quand, en diluant à l'extrême, on arrive à l'eau distillée pure, le phénomène devient d'une puissance excessive. Avec de petites pointes en regard à 2^{mm} ou 3^{mm} l'une de l'autre, un cristallisoir de 15^{cm} de diamètre, plein d'eau distillée, a éclaté en sept ou huit morceaux, avec projection d'eau à une grande hauteur. Dans ce dernier cas, on avait déjà observé des phénomènes analogues.

» *Sulfate de cuivre.* — Entre les deux mêmes fils de cuivre nous avons obtenu l'étincelle extrêmement brillante, même pour la solution concentrée de sulfate de cuivre à 24 pour 100.

» Il nous reste un grand nombre de mesures à faire sur les phénomènes et, entre autres, à faire varier la fréquence. Nous n'avons pas besoin de dire combien ce dernier point est difficile quand on veut conserver de l'énergie avec des fréquences croissantes.

» En somme, nous avons là un phénomène complexe dans lequel entrent en jeu la conductibilité, la capacité de polarisation, et d'autres conditions encore sur lesquelles nous reviendrons ultérieurement. Mais nous pouvons dans cette Note, nous bornant aux faits qualitatifs seuls, conclure que la conductibilité des électrolytes ne s'établit qu'au bout d'un certain temps et que, pour des fréquences suffisantes, les électrolytes sont de purs diélectriques. Il est donc naturel qu'ils soient transparents pour la lumière. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les étincelles oscillantes.* Note de M. **G.-A. Hemsalech**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences les résultats des quelques expériences que j'ai eu l'occasion de faire sur les étincelles oscillantes en étudiant leurs spectres. On sait qu'une étincelle ordinaire a une forme très irrégulière causée par la distribution irrégulière de la vapeur du métal qui constitue les électrodes; aussi la décharge initiale ou le *trait lumineux* est-il très marqué.

» En insérant dans le circuit de décharge une self-induction qu'on peut faire varier à volonté, on observe qu'avec l'augmentation de self-induction la forme de l'étincelle devient de plus en plus régulière et la décharge

initiale devient de plus en plus faible, de manière que l'étincelle semble consister seulement en vapeur métallique incandescente. La forme que prend l'étincelle est celle d'une sphère ou d'un ellipsoïde selon sa longueur; la nature du métal semble aussi influer sur la forme de l'étincelle oscillante. Des formes très régulières sont obtenues avec le cuivre et l'aluminium. Le cadmium et le plomb donnent des étincelles plus ou moins irrégulières.

» Quant à l'éclat des étincelles oscillantes, il dépend en premier lieu de la nature des métaux entre lesquels éclatent ces étincelles. Avec des électrodes en fer et cobalt, l'intensité de l'étincelle, après avoir passé par un minimum peu marqué, augmente considérablement avec l'augmentation de la self-induction (en faisant abstraction du trait lumineux de l'étincelle ordinaire qui est excessivement faible dans l'étincelle oscillante). Une série d'étincelles de 3^{mm} de longueur, obtenues avec des électrodes en fer, est reproduite *fig.* 1. Le condensateur avait une surface totale de 2^{mq} (épaisseur du verre, 3^{mm}) et était chargé à l'aide d'une machine de Wimshurst.

» Avec le zinc, le cadmium, le cuivre, l'aluminium et le plomb, les variations de l'intensité sont semblables à celles du fer et du cobalt; c'est-à-dire l'intensité diminue d'abord, atteint un minimum plus ou moins marqué pour une certaine valeur de la self-induction, valeur qui dépend de la nature du métal, puis augmente et atteint un deuxième maximum. Avec d'autres métaux l'éclat est plus ou moins augmenté ; il peut même être diminué rapidement : c'est le cas pour le magnésium, dont une série de photographies analogue à celle donnée pour le fer est reproduite *fig.* 2.

» J'espère montrer prochainement qu'on observe des variations analogues dans les spectres que produisent ces étincelles.

» Si l'on introduit dans la bobine de self-induction un noyau de fer, les oscillations sont détruites, comme je l'ai démontré dans une Note antérieure ([1]). Pour marquer cette influence du fer d'une manière plus nette, j'ai fait l'expérience suivante. L'image de l'étincelle oscillante est projetée sur la fente d'un collimateur. A l'aide d'un objectif photographique on projette l'image de la fente (illuminée par l'image de l'étincelle) sur une pellicule photographique fixée sur la périphérie d'une poulie (méthode déjà employée par MM. Schuster et Hemsalech) ([2]). Quand la poulie est immo-

---

([1]) G.-A. Hemsalech, *Comptes rendus*, tome CXXX, p. 898; 1900.

([2]) Schuster et Hemsalech, *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, série A, t. 193, p. 190; 1899.

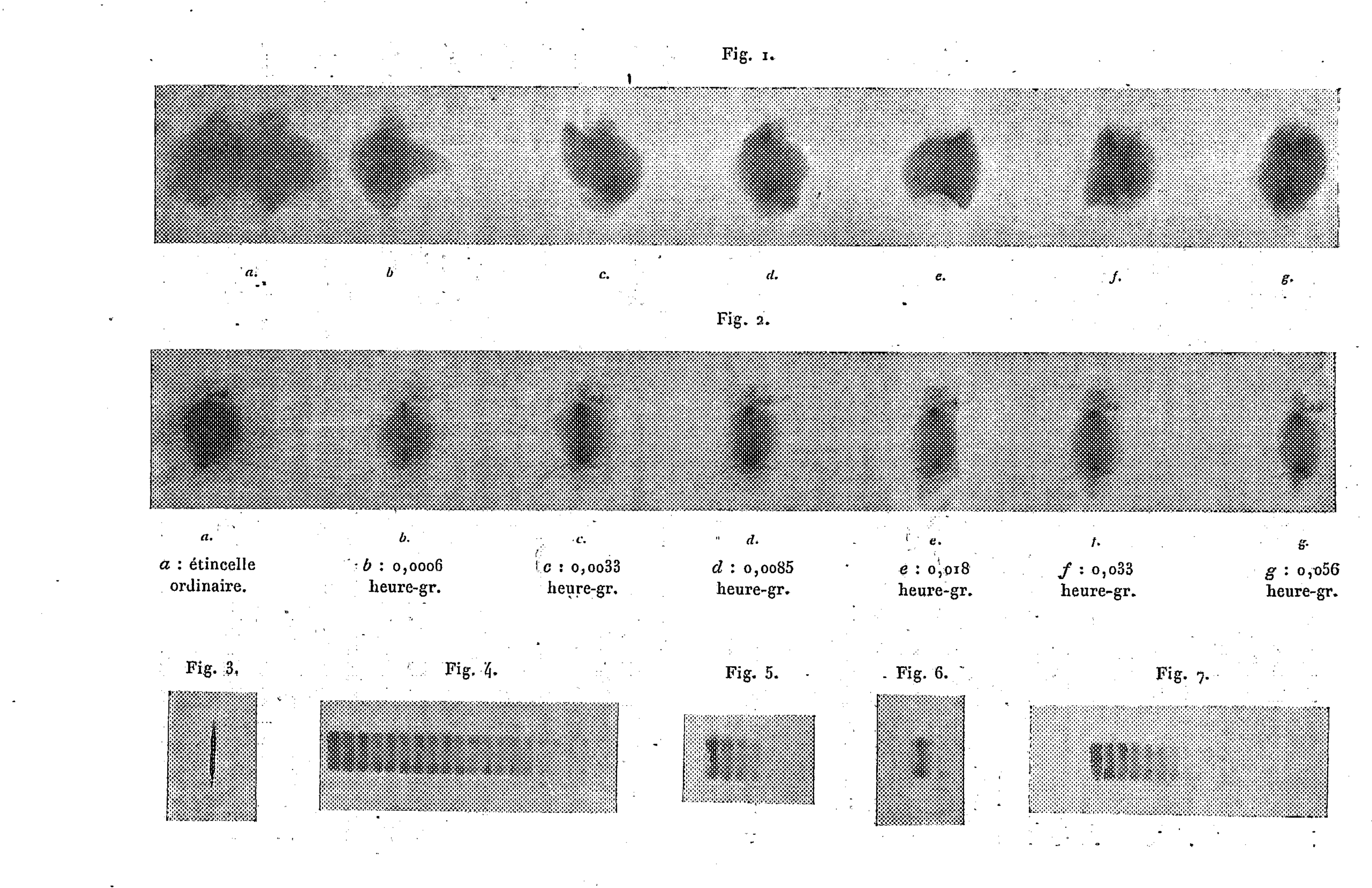


Fig. 1.
a.
b
c.
d.
e.
f.
g.
Fig. 2.
a.
b.
c.
d.
e.
f.
g.
a : étincelle ordinaire.
b : 0,0006 heure-gr.
c : 0,0033 heure-gr.
d : 0,0085 heure-gr.
e : 0,018 heure-gr.
f : 0,033 heure-gr.
g : 0,056 heure-gr.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.

bile, l'image de la fente est unique (*fig.* 3). Quand on fait tourner la poulie avec une certaine vitesse on obtient une série d'images de la fente correspondant aux oscillations de la décharge (*fig.* 4) : la vitesse périphérique était d'environ 16^m par seconde et la self-induction de 0,006 heure-gr. En introduisant un petit noyau de fer de 18^{mm} de diamètre, la plupart des oscillations ont disparu (*fig.* 5). Avec un noyau de fer de 46^{mm} de diamètre, une ou deux oscillations seulement persistent. Pour montrer que c'est seulement la surface du noyau qui influe sur les oscillations (ce qu'a déjà démontré M. J.-J. Thomson) (1), j'ai remplacé le noyau par un tuyau mince de même diamètre. L'action semble même plus vigoureuse qu'avec un noyau (*fig.* 6). Un tuyau en cuivre a aussi diminué le nombre des oscillations (*fig.* 7).

» Il paraît donc qu'il y ait deux causes pour cet amortissement : l'aimantation du fer et les courants de Foucault. Dans le cas du fer, ces deux causes s'ajoutent l'une à l'autre; pour le cuivre ce sont les courants de Foucault seuls qui interviennent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la recherche des alcaloïdes par voie microchimique.* Note de M. E. Pozzi-Escot. (Extrait.)

« Nos essais ont porté sur le sulfate de strychnine, le chlorhydrate de cocaïne, la brucine, le sulfate d'atropine, le chlorhydrate de morphine, la codéine, le sulfate de quinine.

» Le mode opératoire adopté a été celui décrit page 20 de notre *Analyse microchimique et spectroscopique*. Nous avons fait des solutions à 1 pour 100, ou saturées dans le cas des alcaloïdes peu solubles, et elles ont été traitées par l'acide picrique, sur la lamelle porte-objet, puis examinées au microscope avec divers grossissements (obj. 3, oc. 5, de Leitz, tirage 160^{mm}). C'est, à peu de chose près, le mode opératoire employé par M. Popoff dans un travail publié en 1891, dans le *Recueil des travaux du Laboratoire de Toxicologie*, par MM. Brouardel et Ogier.

» Le seul picrate qui nous ait paru quelque peu caractéristique est le picrate de strychnine.

» Pour les autres, contrairement aux dires de M. Popoff, les cristallisations se font difficilement et n'ont rien de caractéristique.

(1) J.-J. Thomson, *Smithsonian Report for* 1892, p. 251. Washington, 1893.

» Nous croyons donc devoir conclure que l'acide picrique, réactif général des alcaloïdes, n'a pas la valeur que M. Popoff a cherché à lui attribuer comme réactif microchimique. »

BOTANIQUE. — *Sur la flore des Mousses des cavernes*. Note de MM. L. **Géneau de Lamarlière** et **J. Maheu**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les explorations qui ont été entreprises pendant les dernières années avec la collaboration de M. A. Viré ont porté sur plus de cinquante grottes et avens appartenant aux départements du Tarn, de la Lozère, de l'Hérault, du Lot et de la Corrèze. Ces explorations ont permis d'amasser un certain nombre de documents sur la flore bryologique souterraine.

» D'une façon générale, la flore des Muscinées des cavernes est constituée par un certain nombre d'espèces qu'on trouve se développant dans les stations des alentours, ombragées, fraîches ou humides, qui sous certains rapports se rapprochent par leurs conditions de celle des cavernes. Ainsi les espèces trouvées souterrainement dans les régions les plus chaudes, à la grotte de la Madelaine, par exemple, dans le massif de la Gardiole (Hérault), ont, bien qu'elles appartiennent à la flore méditerranéenne, des tendances boréales remarquables, plus nettes que dans la majorité des espèces de la flore environnante; tels sont *Eurhynchium circinatum, E. striatulum, Leptodon Smithii,* que l'on observe remontant en France plus ou moins loin vers le Nord, le long des côtes de l'Océan et de la Manche. Tel est encore le *Gymnostomum rupestre* du Gouffre de Padirac, qui s'élève assez haut dans les montagnes.

» En ce qui concerne la nature du substratum, on trouve fréquemment des espèces saxicoles, plus rarement arboricoles [comme l'*Orthotrichum affine* à la Feindeille (Tarn)]. Parmi les espèces des rochers, celles qui dominent sont les calcicoles, les étages formés de roches calcaires ayant donné plus généralement naissance aux excavations que les roches purement siliceuses. Mais, survienne un accident siliceux, on constate immédiatement des espèces silicicoles, par exemple *Pterogynandrum filiforme, Hedwigia ciliata, Rhacomitrium fasciculare* sur la première plate-forme de Padirac.

» Les cours d'eau souterrains et les suintements favorisent le développement de quelques espèces beaucoup plus hygrophiles, comme *Gymno-*

stomum rupestre, Eucladium verticillatum, Rhynchostegium rusciforme, etc.

» Mais le facteur le plus important à considérer est la lumière. Sous ce rapport la flore générale des cavernes peut se diviser en quatre zones :

» 1° Zone des ouvertures et de la surface; 2° zone des parois; 3° zone du fond (obscurité partielle); 4° zone des galeries (obscurité absolue). Aucune Muscinée n'a été rencontrée dans cette quatrième zone, qui n'est plus habitée que par des Champignons et des Algues. La troisième zone, celle où l'obscurité est partielle, montre un certain nombre d'espèces généralement dépourvues de sporogones et profondément modifiées au moins dans leur port et leur couleur. La première et la deuxième zone, mieux éclairées, sont abondamment pourvues de Mousses, que l'on trouve souvent bien fructifiées, tout au moins les espèces qui dans les conditions ordinaires présentent le plus fréquemment des sporogones.

» Il est remarquer que les zones déterminées par l'éclairement ne sont que très indirectement en rapport avec la profondeur, et que mille circonstances physiques, parfois très accidentelles, peuvent en faire varier les limites dans une grande étendue; tout dépend de la conformation, de l'orientation, de la largeur des ouvertures et des galeries. Ainsi, à Padirac, les Mousses sont très abondantes et forment un véritable tapis au milieu même du fond de l'aven, à 70^{m} de profondeur, aux endroits où se projette le cône lumineux qui passe par l'ouverture du puits. Mais en dehors de ce point elles sont beaucoup plus rares.

» Les exigences des espèces des cavernes par rapport à la lumière sont très diverses, comme d'ailleurs cela a lieu aussi à la surface du sol. Tandis que certaines espèces peuvent végéter tant bien que mal, ou plutôt mal que bien, dans une demi-obscurité, d'autres s'arrêtent brusquement là où cesse la vive lumière. Ainsi fait le *Fontinalis antipyretica*, aux grottes de Caucalières (Tarn). Dans plusieurs cas, les Hépatiques se sont montrées moins difficiles que les Mousses et ont paru mieux supporter l'obscurité (grottes de Caucalières, du Calel, etc.).

» Des modifications morphologiques et anatomiques sont en rapport avec ces différences dans l'éclairement. Mais il faut noter aussi que d'autres facteurs influent également, en particulier l'état hygrométrique de l'atmosphère. Rien encore n'a été tenté pour séparer, d'une façon expérimentale et scientifique, les influences de ces divers facteurs sur les Mousses des cavernes. Aussi, pour le moment, nous nous contenterons de donner en bloc les principales modifications subies par les individus.

» Ceux qui se développent dans les endroits les plus obscurs sont ordi-

nairement en touffes plus maigres, moins denses, plus pâles que leurs congénères développés dans les conditions ordinaires. La base des touffes est morte et décolorée et la vie paraît s'être concentrée aux extrémités des rameaux. Fréquemment on les trouve mêlés à des formes mycéliennes pulvérulentes et rappelant certaines symbioses lichéniques des protonémas, étudiées par M. Gaston Bonnier. Mais, lorsque la lumière est plus abondante, la teinte vert clair ou vert foncé domine, au détriment des tons jaunes ou mordorés que présentent souvent les mêmes espèces dans les endroits ensoleillés à la surface du sol.

» Dans plusieurs espèces (*Thamnium alopecurum, Gymnostomum rupestre*, etc.), les tiges s'allongent beaucoup et s'effilent, les feuilles s'espacent en diminuant de taille, et les individus prennent l'aspect de ceux que l'on obtient dans des cultures faites sous cloche dans une atmosphère humide. Dans ce cas, en particulier chez le *Thamnium alopecurum*, les cellules des feuilles, si l'on compare leur longueur à leur largeur, deviennent proportionnellement plus longues.

» Dans les espèces à feuilles dentées, le nombre des dents diminue (*Mnium undulatum*), ou bien celles-ci s'affaiblissent, s'oblitèrent et ne représentent plus que de légères sinuolations formées par la saillie des cellules du contour (*Thamnium, Fissidens* divers, etc.).

» Les espèces dont les feuilles sont munies d'un poil incolore terminal (*Rhacomitrium, Grimmia, Hedwigia*) montrent une grande réduction de cet organe.

» Ces divers caractères anatomiques et morphologiques acquis par les Mousses des cavernes sont identiques, ou à peu près, à ceux que l'on constate dans les espèces qui croissent à une ombre épaisse et dans les endroits frais ou humides. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la taille rationnelle des végétaux ligneux* Note de M. **F. Kövessi**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Communication précédente ([1]) j'ai exposé les relations qui existent entre le degré d'aoûtement des sarments de vigne et les conditions climatologiques dans lesquelles se sont développés ces sarments. J'ai montré qu'en étudiant, d'une part les exigences d'une espèce végétale au

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 857; 1er avril 1901.

point de vue de la chaleur et de l'humidité, et, d'autre part, les données météorologiques d'une région, on obtient des renseignements précis sur la possibilité de la culture de cette espèce dans la région considérée.

» Le degré d'aoûtement a, de plus, une influence très grande sur la production en fruits de la vigne, des arbres fruitiers et, plus généralement, dans les végétaux ligneux.

» On sait qu'un sarment de l'année présente un certain nombre de bourgeons qui donneront des rameaux l'année suivante. En général, les premiers et les derniers de ces bourgeons, c'est-à-dire les plus rapprochés et les plus éloignés de la base du sarment qui les porte, ne sont pas fructifères. Seuls, un certain nombre de bourgeons intermédiaires produisent des fruits; ces bourgeons présentent, à l'état d'ébauche, un nombre variable de grappes.

» L'influence de l'aoûtement se fait sentir de deux façons : en modifiant le nombre et la position des bourgeons fructifères et en changeant le nombre des grappes dans le bourgeon.

» Un bon aoûtement a pour effet : 1° de rapprocher de la base du sarment le premier bourgeon qui produit des fruits; 2° de donner naissance à un plus grand nombre de grappes. Ainsi, un sarment bien aoûté d'un cépage déterminé produit des fleurs, par exemple, dès son troisième bourgeon, tandis qu'un sarment mal aoûté ne commence à en former qu'à son cinquième. De plus, les bourgeons fructifères du premier sarment porteront deux ou trois grappes, tandis que les bourgeons du second n'en auront qu'une seule.

» D'après cela, la production d'une année dépend de l'aoûtement des sarments de l'année précédente. Il en résulte ce fait très important, non encore mis en lumière jusqu'ici, qu'*une récolte de vigne est soumise à l'influence des conditions météorologiques de deux années consécutives :* celles de l'année précédente qui déterminent le degré d'aoûtement plus ou moins parfait d'un sarment, ainsi que la position et le nombre de grappes futures, et celles de l'année même, plus ou moins favorables à la floraison, à la fructification, à la maturation des raisins.

» M. Angot [1] a résumé les observations relatives à la récolte en vin et aux conditions météorologiques d'un grand nombre d'années, s'étendant à six siècles. Les données de l'auteur confirment de la façon la plus éclatante ce qui a été dit plus haut : on y voit que les années sèches, qui pro-

---

[1] A. Angot, *Étude sur les vendanges en France* (*Annales du Bureau central météorologique de France:* année 1883, *Mémoires*).

duisent un aoûtement plus parfait, sont généralement suivies d'une année où la récolte est abondante; les années humides, au contraire, nuisibles à un bon aoûtement, sont suivies d'une année à faible récolte. Les exceptions proviennent des particularités de l'année même de la vendange.

» On comprend, en effet, qu'après une année humide il peut se produire, l'année suivante, un temps extrafavorable à la floraison et au développement des grains de raisin et, par suite, à une récolte assez abondante. Inversement, une gelée au printemps, de la grêle, un été propice au développement des maladies de la vigne auront pour résultat, même quand l'année précédente aura été sèche, une très petite récolte.

» *Les données précédentes sont susceptibles d'une application pratique :* 1° elles fournissent une base rationnelle pour la taille des divers cépages dans les diverses régions; 2° elles nous apprennent à exécuter cette taille suivant les conditions climatériques de l'année qui précède.

» 1° L'étude d'un cépage déterminé fait connaître quels sont, d'une manière générale, sur le sarment de l'année précédente, les bourgeons fructifères. S'il peut y avoir certaines variations à cet égard suivant les différentes localités, l'étude des conditions météorologiques, principalement de l'humidité, apprendra, pour chaque station, le rang de ces bourgeons. On saura dès lors quel nombre d'entre-nœuds, en moyenne, on doit laisser subsister quand on taille la vigne.

» 2° Les diverses années présentent entre elles de grandes différences météorologiques et, par suite, l'aoûtement peut être très variable d'une année à l'autre. Ainsi, après une année riche qui favorise cet aoûtement, les bourgeons fructifères sont plus rapprochés de la base et présentent plus de grappes; on devra alors, dans la taille, ne laisser subsister qu'un nombre relativement restreint d'entre-nœuds. Au contraire, après une année humide le sarment est moins bien aoûté, les bourgeons fructifères sont plus éloignés de la base et moins riches en grappes; pour avoir la même récolte, il faudra tailler en laissant subsister un plus grand nombre de bourgeons.

» D'ailleurs, comme chaque année des circonstances multiples, autres que la température et le degré d'humidité, peuvent avoir soit favorisé, soit retardé l'aoûtement, on devra étudier *le sarment lui-même, et c'est le degré d'aoûtement de celui-ci*, quelles que soient les causes qui l'ont produit, *qui devra servir de règle pour la taille.* »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur l'existence probable d'une mer récente dans la région de Tombouctou.* Note de M. **Aug. Chevalier**, présentée par M. de Lapparent.

« Quand on examine la constitution hydrographique de l'Afrique tropicale au nord de l'équateur, on est frappé de l'analogie qui existe entre le bassin du haut Nil d'une part et celui du haut Niger de l'autre.

» Dans les deux contrées, chacun des fleuves reçoit, dans la région des pluies hivernales de longue durée, un riche éventail d'affluents qui naissent dans les massifs de roches stratifiées ou éruptives anciennes (quartzites, schistes, granits). Ces rivières, plus ou moins torrentielles sur les hauteurs, coulent ensuite dans de larges vallées creusées dans les grès ferrugineux horizontaux qui recouvrent la plus grande partie du Soudan, du Sénégal à l'Abyssinie. Ces vallées se sont remplies sur les flancs d'argiles rouges (latérites) et de limons d'alluvion.

» Au point de vue hydrographique, ce n'est plus au Nil moyen qu'il faut comparer le Niger moyen, c'est au delta même de ce fleuve.

» Après avoir franchi, entre Bammako et Nyamina, divers rapides bien moins importants que ceux du Nil, le Niger s'étale en un large fleuve qui atteint, vers Ségou, près de 1^{km} de largeur en certains endroits. Dès Diafarabé, le fleuve se divise en plusieurs branches au cours ramifié.

» Dès lors il n'y a plus un fleuve unique, mais un véritable delta constitué par un réseau très complexe de chenaux, répartis sur une largeur de 30^{km} à 50^{km}, et qui forment un lacis qu'on ne peut s'empêcher de comparer à l'embouchure de certaines rivières du sud du Sénégal, telles que la Casamance. Cependant, au nord du 15e degré de latitude N., ces branches convergent en un bassin unique, le lac Débo, véritable mer encaissée dans des grès d'âge probablement triasique. Ces roches constituent les monts Saint-Charles, Saint-Henri, Marie-Thérèse et Gourao et viennent, en plusieurs points de la bordure du lac, mourir en véritables falaises. Le Niger sort du lac par deux branches principales, qui se divisent en un certain nombre de ramifications pour constituer un nouveau delta. Cette fois, c'est la divagation d'une masse d'eau qui s'épanche à travers le désert. La plupart des branches contournent des massifs de bancs alternatifs horizontaux de grès sans fossiles et de poudingues et vont se perdre dans de vastes dépressions sahariennes comme le lac Faguibine. En hivernage, les eaux du fleuve s'accumulent dans ces bassins en franchissant de nombreux seuils étagés.

» Après avoir coulé vers l'Est sur les sables sahariens pendant plusieurs centaines de kilomètres, le Niger est arrêté par les collines de Tosaye et dévié d'abord vers le Sud-Est, puis vers le Sud pour aller se perdre dans le golfe de Guinée.

» Depuis longtemps, la plupart des explorateurs et des officiers qui ont visité Tombouctou prétendent que les lacs de la région occupent l'emplacement d'une mer saharienne où débouchait le Niger vers le Débo, par un delta dont les traces subsistent encore.

» Postérieurement, ses eaux, ainsi que celles du Niger, se seraient frayé une route vers l'Océan. Les sables auraient peu à peu comblé le lit de la mer et les crues du fleuve auraient entraîné le sel vers l'Atlantique.

» Au mois de juillet 1899, herborisant dans les dunes de Tombouctou, je recueillis à la surface du sable une coquille roulée, du genre *Marginella*. Ayant demandé aux indigènes d'en rechercher d'autres exemplaires, je reçus, deux jours après, plusieurs petits sacs de ces coquilles mélangées à des *Columbella*. J'appris en même temps qu'on allait les chercher à quelques kilomètres de la ville, du côté de Kabarah, et qu'on les déterrait dans des excavations d'où l'on retire l'argile servant à bâtir les maisons de Tombouctou. L'état troublé du pays ne me permit pas d'aller vérifier ces dires. Et, dans mon voyage au lac Faguibine et aux Daouna, je ne recueillis que des coquilles d'eau douce (*Melania, Corbicula, Bythinia*) qui pullulent en beaucoup d'endroits sur le sable, à plusieurs mètres au-dessus du niveau atteint par les plus hautes crues des lacs et qui attestent que le régime des inondations de ces contrées a subi d'importantes modifications.

» Les coquilles marines des environs de Tombouctou, déterminées par M. Mabille, préparateur de M. Edmond Perrier, sont :

» 1° Des *Marginella Egouen* (Adanson) Lamk., vivant actuellement sur les côtes de la Sénégambie (Mabille);

» 2° Des *Columbella Mercatoria* Lamk., vivant sur les côtes de la Sénégambie et de la Méditerranée (Mabille).

» M. Mabille les regarde comme fossiles. De plus, il nous a fait observer qu'elles étaient toutes de taille plus petite que les exemplaires originaires de nombreuses régions des côtes de l'Océan existant dans les collections conchyliologiques du Muséum. Un nanisme semblable a été signalé par Mayer-Eymar pour toutes les coquilles du Saharien recueillies dans l'Égypte.

» Selon M. Mabille, il est impossible que les coquilles de ces Marginelles et de ces Columbelles proviennent d'animaux vivant encore actuellement à la côte. Mais se trouvent-elles en place à Tombouctou? C'est ce que nous ignorons.

» Depuis longtemps, dans la région des Chotts tunisiens, on a rencontré diverses coquilles marines. Dans la moyenne Égypte, au sud-ouest des Py-

ramides, Schweinfurth a trouvé des amas d'*Ostrea cucullata* en place, entourés d'un lit de cailloux roulés de silex noirs ([1]). Enfin, aux environs du Caire, Mayer-Eymar a signalé dans des dépôts en place plus de cent espèces, les unes vivant actuellemeut sur les côtes de l'Égypte, les autres vivant plus à l'ouest. Cet auteur conclut qu'il a existé une *époque saharienne*, postérieure au dépôt des couches siciliennes, pendant laquelle la mer a franchi le seuil de Gabès, d'une part, et s'est étendue sur une partie de l'Égypte et de la Tripolitaine de l'autre ([2]).

» Y a-t-il une relation entre ces mers africaines et celle de Tombouctou? C'est une question qu'il était impossible de chercher à résoudre en 1899, en raison de l'insécurité du pays ([3]). Aujourd'hui que l'occupation française est solidement établie dans ces contrées, il est à présumer que de nouvelles missions seront plus heureuses et pourront élucider ces questions. »

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

([1]) G. Schweinfurth, *Die Kreide der Pyramiden-Region* (*Petermann's geogr. Mittheil.*, Berlin; 1899).

([2]) Mayer-Eymar, *Défense du Sahara comme nom du dernier étage géologique* (*Comptes rendus*, 5 novembre 1894).

([3]) On se souvient que c'est au cours d'une excursion faite pour aller étudier les calcaires des monts Hombori, au sommet de la boucle du Niger, que notre regretté ami Legeal, préparateur au Conservatoire des Arts et Métiers, fut massacré par les Touaregs.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Marche.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Co. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liége	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Petersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15 fr.**
Tomes 92 à 121. — (1er janvier 1881 à à 31 décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15 fr.**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861 ... **15 fr.**

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

N° 15.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 15 avril 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS

1901

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 16 (22 Avril 1901).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leur Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 AVRIL 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les résidus et les périodes des intégrales doubles de fonctions rationnelles*; par M. ÉMILE PICARD.

« J'ai donné précédemment (*Comptes rendus*, 23 mai 1898) un exemple d'intégrales doubles de fonctions rationnelles de deux variables, sur lequel je désire revenir pour mieux mettre en évidence la circonstance sur laquelle il appelle l'attention. On sait que M. Poincaré a considéré le premier les *résidus* des intégrales doubles de fonctions rationnelles (*Acta Math.*, t. IX); dans ma *Théorie des fonctions algébriques de deux variables*, j'ai présenté cette théorie sous une autre forme, et je l'ai complétée en montrant que tous les résidus étaient bien fournis par les règles énoncées par M. Poincaré (t. I, p. 52). Mais la question se pose de savoir si une intégrale double de fonctions rationnelles de deux variables *peut avoir*

d'autres périodes que des résidus. C'est à cette question que répond précisément l'exemple rappelé plus haut.

» Considérons la surface du troisième ordre

$$x^3 + y^3 + z^3 = 1$$

et l'intégrale double relative à cette surface

$$(1) \qquad \int\int \frac{y\,dx\,dy}{z}.$$

» On peut établir d'abord que cette intégrale rentre dans la catégorie de ce que j'appelle les intégrales doubles de *seconde espèce* (*loc. cit.*, t. II, p. 159). D'autre part, la surface étant unicursale, nous pouvons exprimer x, y, z en fonctions rationnelles de deux paramètres u, v; soit, par exemple,

$$x = \frac{A}{D}, \quad y = \frac{B}{D}, \quad z = \frac{C}{D},$$

où

$$\begin{aligned} A &= -\varepsilon^2 u - v - \varepsilon u^2 v^2, \\ B &= \varepsilon v + \varepsilon^2 u + u^2 v^2, \\ C &= 1 + \varepsilon u^2 v + \varepsilon^2 u v^2, \\ D &= \varepsilon + u^2 v + \varepsilon u v^2, \end{aligned}$$

ε étant une racine cubique imaginaire de l'unité. En substituant dans l'intégrale (1), on a, à un facteur numérique près, l'intégrale double de fonction rationnelle de u et v

$$(2) \qquad \int\int \frac{BC}{D^3}\,du\,dv.$$

» Cette intégrale double de fonction rationnelle de u et v *n'admet pas de résidu*, mais nous devons la regarder comme *possédant des périodes*. Celles-ci s'obtiennent de la manière suivante. En posant

$$y = \sqrt[3]{1 - x^3}\,t, \quad z = \sqrt[3]{1 - x^3}\,\sqrt[3]{1 - t^3},$$

l'intégrale (1) devient

$$\int\int \sqrt[3]{1 - x^3}\,\frac{t}{\sqrt[3]{1 - t^3}}\,dx\,dt,$$

et l'on trouve immédiatement des périodes de l'intégrale double. Si en

effet ω et $\omega\varepsilon$ sont les périodes de l'intégrale simple

$$\int \sqrt[3]{1-x^3}\,dx,$$

et que, pareillement, Ω et $\Omega\varepsilon$ désignent les périodes de l'intégrale simple

$$\int \frac{t\,dt}{\sqrt[3]{1-t^3}},$$

il est clair que l'intégrale double (1) admettra les périodes

(3) $$\omega\Omega \quad \text{et} \quad \omega\Omega\varepsilon$$

et le produit $\omega\Omega$ serait facile à calculer explicitement.

» *L'intégrale double* (2) *admet donc les périodes* (3). D'ailleurs, cette intégrale n'ayant pas de résidus sera nécessairement (*loc. cit.*, t. II, p. 205) de la forme

$$\iint \frac{BC}{D^3}\,du\,dv = \iint \left(\frac{\partial P}{\partial u} + \frac{\partial Q}{\partial v}\right) du\,dv,$$

P et Q étant des fonctions rationnelles de u et v. On peut le vérifier indirectement, en remarquant que l'on a

$$\iint \frac{y\,dx\,dy}{z} = \frac{1}{2}\iint \left\{ \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{y^2}{z}\right) - \frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{xy^4}{(1-y^3)z}\right] \right\} dx\,dy,$$

z étant, bien entendu, la fonction de x et y définie par l'équation écrite au début.

» La circonstance que nous venons de mentionner semble d'abord singulière; elle paraîtra moins paradoxale, si l'on se rappelle qu'il y a lieu d'attribuer un ordre de connexion égal à *trois* au continuum formé par l'ensemble des deux variables complexes illimitées u et v (*loc. cit.*, t. I, p. 85). »

ASTRONOMIE. — *Sur un appareil destiné à entraîner la plaque photographique qui reçoit l'image fournie par un sidérostat.* Note de M. G. LIPPMANN.

« On sait que, dans l'image fournie par un sidérostat, un seul point f est immobilisé; les autres points du ciel paraissent tourner autour du premier avec une vitesse variable.

» On peut se proposer de réaliser un appareil qui communique à la

plaque, automatiquement, cette même vitesse de rotation que possède l'image, afin d'obtenir des images posées de tous les points du ciel. M. Turner a posé récemment ce problème et en a indiqué trois solutions différentes. Le but de la présente Note est de proposer une quatrième solution qui est la suivante : l'appareil qui sert à déplacer le miroir du sidérostat permet également de donner à la plaque le mouvement qui convient pour suivre l'image.

» Considérons, en effet, le rayon *a* lumineux qui va du centre *o* de l'objectif à l'image *m* d'un point quelconque du ciel : ce rayon se déplaçant entraîne la plaque. Mais supposons ce rayon lumineux représenté par une tige métallique rendue solidaire du châssis porte-plaque; il y a dès lors entraînement. Or, l'appareil qui sert à mouvoir le miroir du sidérostat est précisément constitué de manière à représenter les rayons incidents et réfléchis sous forme de tiges métalliques.

» Soit donc, installé derrière le porte-châssis, un appareil disposé comme le moteur du sidérostat. Munissons-le d'une tige M assujettie à rester symétrique de l'axe polaire P par rapport à la direction de la queue du miroir. L'axe P a la direction du faisceau incident venant de I; M a donc la direction du faisceau réfléchi correspondant et vient percer la plaque au point où se formerait l'image du pôle céleste. Tout se passe donc comme si le faisceau réfléchi provenant du pôle céleste entraînait la plaque photographique.

» Au lieu de l'image du pôle, on peut employer l'image d'un autre point du ciel arbitrairement choisi : il faudrait alors ajouter à l'appareil une tige de plus. »

CHIMIE GÉOLOGIQUE. — *Sur l'existence d'azotures, argonures, arséniures, et iodures dans les roches cristalliniennes;* par M. **Armand Gautier**.

« Les sulfosilicates décomposables par l'eau d'où les sulfures solubles des eaux thermosulfureuses tirent leur origine ([1]) ne sont pas les seuls produits accessoires des roches cristalliniennes. Ces eaux thermales contiennent le plus souvent des sels ammoniacaux, des iodures, de l'arsenic, et dégagent, à leur source, de l'azote et de l'argon libres. Il était donc très probable que ces divers éléments devaient se trouver dans les roches

(1) Voir ce Volume, p. 740.

primitives d'où elles émergent. J'ai pensé cependant qu'il n'était pas indifférent d'en donner la preuve expérimentale, aussi bien au point de vue de la connaissance plus précise des roches profondes qu'à celui de l'étude du mécanisme de la formation des eaux thermales qui en sortent.

» A. *Azote ammoniacal; azotures, argonures.* — On sait que l'ammoniaque, ou ses sels volatils, se rencontrent toujours dans les gaz volcaniques et les fumées qui s'exhalent des laves. Longtemps on a exploité le sel ammoniac déposé par les fumerolles de certains volcans d'Asie. J'ai, d'autre part, toujours trouvé de l'ammoniaque dans les produits gazeux extraits par le vide, au rouge, des roches ignées (1).

» Pour doser l'azote ammoniacal des granits et autres substances pierreuses analogues, j'en chauffe longtemps la poudre à 100° avec un excès d'acide phosphorique sirupeux, étendu de 2 à 3 volumes d'eau et bien exempt de sels ammoniacaux. Cet acide dissocie entièrement la roche, décompose les azotures et se charge de l'ammoniaque correspondante que l'on peut doser ensuite, dans la liqueur filtrée par la méthode de Boussingault. J'ai surtout examiné à ce point de vue les granits et quelques-uns de leurs principes constitutifs ou accessoires. Voici mes résultats :

	AzH^3 formé par kilogramme de roche.
	gr
Granit de Vire (Bretagne)	0,034
» d'Andorre (Pyrénées)	0,023
» de Cauterets (Pyrénées)	0,070
» de Fontana (Auvergne)	0,130
» de la Vologne (d'après Delesse)	0,180
» de Clermont (à grandes lamelles jaunes micacées)	0,041
Granulite en poches et filons à 40 pour 100 d'apatite	0,110
Basalte d'Espaly (d'après Delesse)	0,300
Micaschiste du Haut-Tyrol	0,024
Apatite de Buckingham (Canada)	0,000

» Lorsque la poudre de ces roches est mise à bouillir avec les acides ou portée au rouge, la totalité de l'azote des azotures ne passe pas à l'état d'ammo-

(1) Delesse, en 1860, avait déjà observé qu'il se fait un peu d'ammoniaque quand on chauffe directement au rouge les granits, porphyres, basaltes, trapps, rétinites, euphotides, serpentines, et jusques aux quartz, feldspaths et micas. Il attribuait cette ammoniaque à la destruction d'un peu de matière organique azotée incluse dans ces minéraux (*Annales des Mines*, t. XVIII).

niaque; une partie s'échappe à l'état libre, accompagnée d'un peu d'argon.

» Si l'on traite la poudre de ces roches par l'aimant, on en retire généralement de petites quantités d'oxyde de fer magnétique, quelquefois mélangé d'une trace de fer natif, comme je l'ai reconnu dans l'ophite de Villefranque [1] et le plus souvent mêlé d'azoture de fer, car, lorsqu'on soumet la matière attirable à l'aimant à l'action des acides, on obtient une liqueur qui contient un peu d'ammoniaque. J'ai trouvé dans ces parties magnétiques jusqu'à 1 et 2 d'azote pour 100 d'azote combiné à l'état d'azotures de fer. Ceux-ci existent donc bien dans ces roches. O. Silvestri a recueilli d'ailleurs à l'état de croûtes cristallines les azotures Az^2Fe^4 et Az^2Fe^5 sur les laves de l'Etna [2], et Boussingault a signalé ces azotures dans la météorite de Lenarto [3]. Outre ces azotures métalliques, ceux de bore et de titane (éléments dont les combinaisons ont été déjà signalées dans les eaux et vapeurs chaudes des terrains volcaniques et dans les *suffioni*) paraissent quelquefois contribuer à donner aussi un peu d'ammoniaque.

» L'argon accompagnant l'azote libre qui arrive jusqu'à la surface du sol avec les eaux minérales, argon que nous avons aussi toujours trouvé dans les gaz que nous extrayions par le vide au rouge des roches ignées, provient d'argonures correspondant aux azotures. L'argon a paru varier entre $\frac{1}{40}$ et $\frac{1}{100}$ du volume de l'azote ainsi libéré. Quant à l'hélium, M. Deslandres, qui a bien voulu examiner nos gaz à ce point de vue, n'en a jamais observé que des indices douteux.

» B. *Iode.* — L'iode a été très souvent signalé, à côté du soufre, dans les eaux minérales sulfureuses, froides ou chaudes (*Saint-Sauveur, Cauterets, Bagnères, Gazost, Challes*, etc.). Je l'ai trouvé dans la barégine de ces eaux et dans les oscillaires de celles de Dax. L'iode est souvent associé à l'azote et à l'arsenic dans les eaux minérales (*Blondeau, Kossmann, O. Henry*), ainsi que dans les émanations et laves volcaniques, et dans le *schlamm* des volcans de boue; quelquefois l'acide borique l'accompagne

---

(1) La poudre de cette ophite, obtenue au mortier d'agate, a cédé à l'aimant ordinaire 2 pour 100 environ d'une matière brun noirâtre formée surtout d'oxyde magnétique Fe^3O^4, poudre qui, traitée à froid, dans le vide, par l'acide chlorhydrique dilué au vingtième, a donné de l'hydrogène presque pur, avec des traces de H^2S, mais sans PH^3; en même temps il se faisait du protochlorure de fer. La quantité d'hydrogène ainsi produite correspond à $0^{gr},98$ de fer dans 1000 parties de roche. On n'a pas trouvé de nickel dans la solution chlorhydrique.

(2) O. Silvestri, *Poggend. Ann.*, t. CLVII, p. 165.

(3) *Comptes rendus*, t. LIII, p. 77.

(*Boussingault*). L'iode provient donc des profondeurs et doit se retrouver dans les roches les plus anciennes.

» C'est ce que j'ai pu vérifier par l'expérience. Les granits, et d'autres roches des terrains primitifs, contiennent tous de l'iode en faible proportion.

» Pour retrouver, dans ce cas, et doser la totalité de cet élément, il faut dissoudre, pour ainsi dire, la roche pour libérer les faibles quantités de ce métalloïde et le concentrer ensuite par volatilisation ([1]). On y arrive en chauffant la poudre de granit avec 2,5 fois son poids d'acide sulfurique concentré, bien exempt d'iode, et distillant la dixième partie environ de l'acide ajouté. On recueille et condense les vapeurs et fait barboter en même temps les gaz dans de la lessive de potasse. Le distillatum est ensuite acidifié par l'acide sulfurique et traité par un peu d'hyposulfite de sodium jusqu'à presque entière disparition de l'odeur sulfureuse. On réalcalinise alors légèrement et l'on recherche l'iode par la méthode que j'ai donnée pour le dosage des très faibles quantités d'iode ([2]). J'ai ainsi trouvé dans les roches ou minerais examinés :

	Iode en 1000^{gr} de minéral.
	mgr
Granit de Cauterets	1,25 ([3])
Mica impur extrait du même granit par l'électro-aimant.	0,78
Granit à micas jaunes de Clermont	0,23
Granulites en poches, très riches en apatites.	0,17
Micaschistes du Haut-Tyrol	trace douteuse
Apatite chlorée et fluorée de Norvège	0,23
Apatite de Buckingham (Canada)	nul
Ophite de Villefranque-près-Bayonne	nul

» Il suit de ces observations que l'iode, qui existe dans tous les granits que nous avons examinés, ne semble faire partie constitutive ni de leurs micas, ni des apatites mélangées souvent en abondance à ces roches. Cet élément est, on le voit, très variable, comme doit l'être tout corps entraîné sous forme de simple impureté.

» C. *Arsenic.* — Dans les eaux minérales sulfureuses sortant des terrains profonds, l'arsenic est presque toujours associé à l'iode et au soufre (*Blon-*

([1]) Nous n'avons rien obtenu de satisfaisant en attaquant les poudres de nos roches par les carbonates alcalins.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 644.

([3]) Tous ces nombres sont plutôt des minimums.

deau, Kossmann, O. Henry). Il fut reconnu et dosé pour la première fois en 1839 dans les eaux thermales sulfureuses d'Hammam-Meskoutin (Algérie), par Tripier. Ces eaux, situées dans la province de Constantine, contiennent $0^{mgr},5$ d'arsenic par litre ([1]). Rivot, V. Gerdy, Garrigou, etc. le retrouvèrent ensuite dans la plupart des eaux sulfureuses (Eaux-Bonnes $0^{mgr},6$; Hussou 1^{mgr}; Uriage $0^{mgr},6$ par litre). L'iode (en très faible proportion, il est vrai), l'acide borique, le fer et l'arsenic (6^{mgr} par litre) se trouvent réunis dans les eaux de la Bourboule qui sortent aussi des terrains granitiques.

» L'arsenic des eaux thermales provient bien des arséniures des roches qu'elles traversent. Je les ai toujours trouvés dans les granits. Celui de Vire m'a donné $0^{mgr},16$ d'arsenic par kilogramme. Un autre échantillon d'origine inconnue contenait $0^{mgr},8$ d'arsenic. L'ophite de Villefranque n'en contient pas et l'on a remarqué plus haut que cette roche est aussi totalement exempte d'iode, suivant cette règle que j'ai reconnue, et qui me paraît très générale, que l'iode et l'arsenic s'accompagnent presque toujours dans les trois règnes. L'arsenic avait été depuis longtemps signalé par Daubrée dans les basaltes de Kaisersthül (Alsace). Il avait été trouvé aussi dans les laves de l'Etna et du Vésuve à côté de l'iode et de l'ammoniaque.

» Il nous reste maintenant à tirer quelques conclusions de cette longue série de recherches relatives aux éléments accessoires des roches profondes.

» Sans que nous ayons eu à recourir aux hypothèses, l'étude des produits gazeux que donnent les roches ignées lorsqu'on les chauffe au rouge nous a suffi pour expliquer par l'action de leur eau de constitution sur leurs silicates, azotures, carbures, etc., l'émission des gaz et vapeurs qui tendent à se former dès que les terrains cristalliniens profonds sont soumis à une recaléfaction dont nous avons indiqué le mécanisme ([2]). L'examen des parties accessoires de ces roches : sulfosilicates, azotures, argonures, iodures, arséniures, borures, etc., donne la clef de la minéralisation des eaux thermales qui en sortent. De l'état fixe où ils paraîtraient devoir se maintenir indéfiniment dans les couches profondes du globe, plusieurs des éléments entrant dans la constitution des minéraux essentiels ou accessoires des roches cristalliniennes sont lentement mobilisées par les eaux et la cha-

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. I, p. 349.
([2]) Même Volume, p. 64 et 193.

leur et arrivent finalement jusqu'à la surface du sol. J'ai montré comment le soufre des sulfures métalliques, et particulièrement du sulfure de fer, est déplacé au rouge par la vapeur d'eau sous forme d'hydrogène sulfuré ([1]) qui par dissociation donne à son tour de l'hydrogène et du soufre libres. Les pyrites des terrains supérieurs en proviennent. Les sulfosilicates se forment à leur tour lorsque, aidé des agents réducteurs, en particulier des hydrocarbures, ce soufre peut agir au rouge sur les silicates des roches profondes ([2]). On a vu que les sulfures solubles (particulièrement le sulfure sodique) et la silice ont pour origine la décomposition ultérieure de ces sulfosilicates par l'eau. Si l'acide carbonique est présent, les carbonates alcalins prennent également naissance ([3]). Or j'ai, d'autre part, expérimentalement établi que l'oxysulfure de carbone se forme en même temps que les sulfosilicates par réaction, au rouge, des gaz carburés et du soufre sur les silicates naturels. Dès que l'eau intervient, cet oxysulfure est décomposé en hydrogène sulfuré et en acide carbonique, acide dont le carbone a été, comme on le voit, emprunté aux carbures métalliques et l'oxygène aux silicates.

» L'hydrogène libre provenant de la réaction de l'eau ambiante ou de l'eau de constitution des roches sur les silicates ferreux qu'elles contiennent généralement ([4]), hydrogène qui pénètre ensuite les strates des terrains sédimentaires et s'écoule jusqu'à la surface du sol, soit par diffusion, soit par les failles et fentes, soit par les eaux minérales; l'oxyde de carbone dû à la réduction au rouge, en présence de l'hydrogène, de l'acide carbonique formé comme il vient d'être dit, ou, pour une faible partie, issu de la dissociation des traces de carbonates inclus dans les roches cristalliniennes; les hydrocarbures divers et particulièrement le gaz des marais, accompagné de pétrolènes et de traces d'hydrocarbures benzéniques dérivés de l'action de l'eau sur les carbures métalliques; l'azote et l'argon des azotures et argonures; l'ammoniaque provenant de la décomposition des mêmes azotures, et qui, en réagissant à chaud sur l'acide carbonique et l'hydrogène sulfuré, donne les sulfocyanates que nous avons trouvés en faible proportion dans les gaz extraits au rouge de ces roches; enfin les corps azotés ou amidés plus complexes encore, produits sans doute grâce à l'action

---

([1]) Voir ce Volume, p. 190.
([2]) *Ibid.*, p. 743.
([3]) *Ibid.*, p. 192.
([4]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 911.

réciproque de l'hydrogène, de l'oxyde de carbone et de l'ammoniaque dont la combinaison est favorisée par la porosité des roches [1]; tous ces produits, et les réactions qui les provoquent, résultent des perpétuels échanges, favorisés par la chaleur, qui s'établissent entre les matériaux en apparence fixes du globe. Ils permettent d'expliquer jusque dans leurs détails l'origine et la nature des gaz volcaniques aussi bien que la formation des eaux sulfureuses ou carbonatées. De ces actions réciproques résultent même, on vient de le dire, des composés organiques complexes, sulfocyanures et corps amidés, qu'on ne se serait pas attendu à voir se former au cours de ces réactions minérales, et qui nous font entrevoir la réalisation de quelques-unes des conditions grâce auxquelles, à un moment donné, la vie elle-même a pu sans doute apparaître. »

MÉCANIQUE BIOLOGIQUE. — *Analyse de la dépense du* travail moteur *de la machine qui soulève le poids de l'homme occupé à faire du travail résistant sur la roue de Hirn. Comparaison avec la dépense qu'entraîne ce même* travail moteur *accompli par l'homme en soulevant lui-même son poids sur la roue*, par M. **A. Chauveau**.

« *Rappel du fait fondamental qui domine le mécanisme de la dépense du travail moteur du muscle. Éléments dont se compose cette dépense* [2]. — Si l'on considère un muscle en *contraction statique* pour le *soutien fixe* d'une charge, on constate qu'il est le siège d'un *travail intérieur*, source des forces de tension qui équilibrent la charge. Ce *travail intérieur* se traduit *physiquement* par l'acquisition d'un état spécial d'élasticité, absolument parfaite, soumise à des lois précises qui ont été rigoureusement déterminées. *Chimiquement*, ledit travail se manifeste par une consommation de potentiel énergétique qui se résout complètement en chaleur résiduelle : autrement dit par une dépense qui obéit exactement aux mêmes lois que l'élasticité à l'entretien de laquelle cette dépense est consacrée : cette *dépense statique* est donc un *phénomène nécessaire*.

---

(1) Jahn (*Deutsch. chem. Gesell.*, 6e série, t. XXXII, p. 929) a montré que l'oxyde de carbone et l'hydrogène réagissent en présence des corps poreux pour donner l'oxyde de méthylène COH^2; or on sait que ce corps en présence de l'ammoniaque donne des dérivés alcaloïdiques complexes. J'ai dit ailleurs que j'avais trouvé dans le granit, quoiqu'en faible proportion, des corps donnant des chloroplatinates solubles cristallisés.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 194. Voir aussi t. CXXX, p. 757.

» Dans la *contraction dynamique,* employée au soulèvement des charges, c'est-à-dire à l'exécution d'un *travail moteur,* ce phénomène est également présent et occupe même une plus grande place. En effet, pendant le *travail moteur,* l'élasticité par laquelle se traduit physiquement le *travail intérieur* du muscle accroît son coefficient de l'état d'immobilité, proportionnellement à la vitesse d'entraînement et à la valeur de la charge. Donc, la *dépense statique,* affectée au soutien de la charge pendant son mouvement uniforme d'ascension, doit être considérée comme étant soumise au même accroissement.

» Mais la *dépense intérieure* du muscle n'est pas seulement commandée par la création des forces chargées de faire équilibre à la charge en mouvement uniforme. Le *travail extérieur,* exportateur d'énergie, contribue, pour sa part, à cette *dépense intérieure,* proportionnellement à la valeur du *travail moteur* accompli.

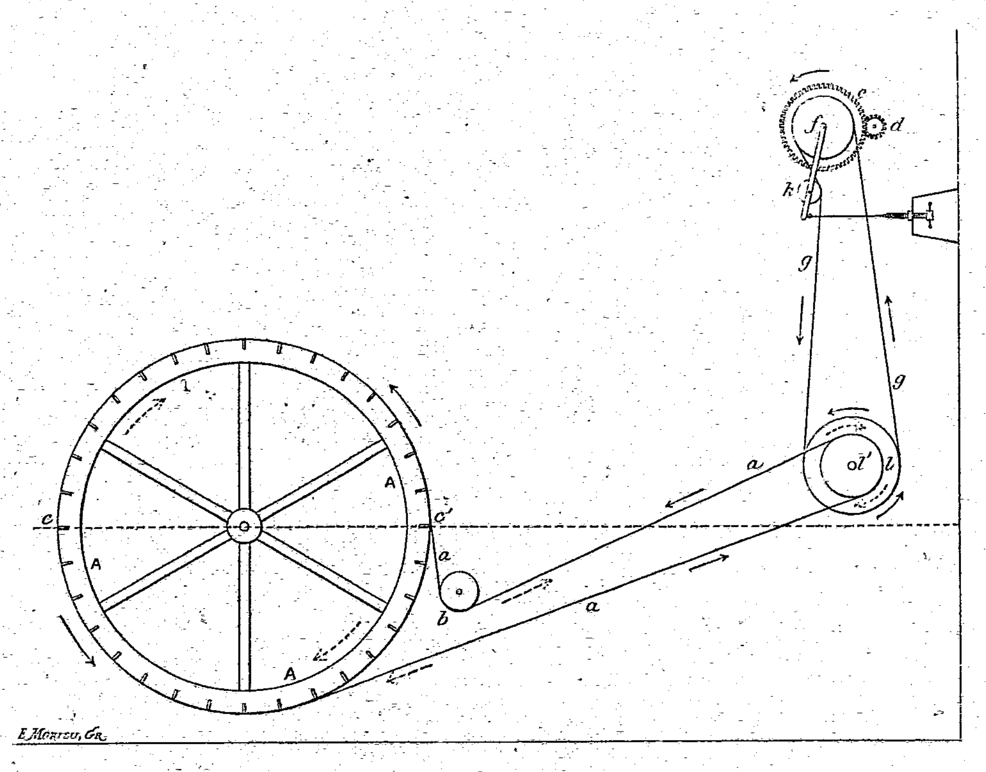
» Dans la *dépense intérieure* du muscle occupé à faire du *travail moteur,* c'est-à-dire à produire des kilogrammètres, il entre donc deux éléments, qu'il importe de distinguer : 1° la *dépense kilogrammétrique* ou *mécanique,* attachée au déplacement de la charge ; 2° la *dépense statique,* attachée à l'équilibre du poids de cette charge pendant son déplacement.

» *Disjonction des deux éléments de la dépense dans le travail moteur de la machine inanimée.* — On ne comprendrait pas que la *dépense statique* fût spéciale au cas des moteurs animés et qu'elle ne pût être introduite dans la théorie du mécanisme des moteurs inanimés. Le rapprochement qu'on peut établir, par déduction, entre le *travail intérieur* des muscles et celui des moteurs inanimés ouvre les voies à cette introduction. Mais nous demanderons de suite nos renseignements à la comparaison de la dépense énergétique qu'entraînent respectivement le *travail moteur* de l'homme et le *travail moteur* de la machine, dans les expériences sur la roue de Hirn.

» Il se rencontre justement que, dans ces expériences, l'homme et la machine chargée de faire tourner la roue travaillaient inversement, mais d'une manière absolument symétrique qui se prêtait éminemment aux rapprochements. La machine motrice était un moteur à eau (moteur Schmid) relié à l'ensemble de l'appareil de Hirn par un système assez fruste de poulies et de courroies intermédiaires. On s'aidera du schéma suivant pour en faire connaître la disposition :

» Soit A, A, A, A la roue de Hirn, avec une de ses deux séries d'échelons latéraux. Elle est mise en mouvement par la courroie enveloppante *a, a, a,* déviée en *b* par une poulie de réflexion permettant au sujet de se placer avec une égale facilité aux deux

extrémités du diamètre horizontal *c*, *c'* pour faire son *travail moteur* ou *résistant*. Cette roue est reliée au moteur par les intermédiaires suivants : *d*, axe mis en rotation par le moteur; cet axe est garni d'un pignon dont les dents s'engrènent avec celles de *e*, roue dentée destinée à réduire la vitesse du mouvement qui doit être



imprimé par le moteur à la roue de Hirn; *f*, poulie montée sur le même axe que la roue dentée et solidaire avec elle; *g*, *g*, courroie de transmisssion primaire reliant la poulie *f* au système intermédiaire formé des deux poulies solidaires *l*, *l'*; *k*, tendeur de la courroie primaire *g*.

» Les flèches pleines indiquent le sens habituel du mouvement des poulies, des courroies et de la roue de Hirn.

» Habituellement le sujet exécutait son *travail de montée* en se plaçant à l'extrémité descendante, *c*, du diamètre horizontal de la roue.

» Pour le *travail de descente*, le sujet se plaçait à l'autre extrémité, *c'*, du diamètre horizontal de la roue, c'est-à-dire à l'extrémité ascendante, et il s'appliquait à s'y maintenir en *descendant incessamment* les échelons, pendant que la roue le *remontait non moins incessamment*.

» Celle-ci, ou plutôt sa machine motrice, faisait donc du *travail moteur* de valeur équivalente au travail résistant effectué simultanément par le sujet, équivalente aussi au *travail moteur* que ce sujet accomplissait lorsqu'il était placé à l'extrémité descendante du diamètre horizontal de la roue.

» On voit donc que ces conditions se prêtaient parfaitement à la comparaison de la dépense énergétique attachée à la production des deux *travaux moteurs*, celui de l'homme et celui de la machine inanimée.

» *Mode d'appréciation de la dépense du moteur.* — On sait que celle de l'homme se détermine d'après les échanges respiratoires. La dépense du moteur est un peu plus difficile à apprécier, en raison de la grossièreté de l'outillage appliqué à la mise en mouvement de la roue de Hirn. Mais les propositions essentielles qui doivent découler de notre comparaison n'exigent pas, heureusement, la détermination de la valeur absolue de la dépense énergétique. D'autre part, il est facile d'instituer les expériences dans des conditions de grande simplicité, permettant l'obtention de déterminations relatives d'une approximation suffisante.

» Pour cela, il faut faire fonctionner le moteur toujours avec la même vitesse, ce qui permet d'éliminer tout ce qui touche à la longueur du chemin parcouru par la charge, dans l'unité de temps. La valeur relative de l'énergie mise en œuvre dans le *travail moteur* que la machine effectue en élevant le sujet sur la roue de Hirn, se trouve alors dans le cas d'être déterminée exclusivement d'après la valeur de la pression que l'eau exerce sur les deux faces du piston.

» Tout se réduit donc à une simple lecture des indications d'un manomètre à mercure adapté à l'appareil. Mais une défalcation doit être opérée, dans tous les cas, sur les chiffres donnés par l'échelle manométrique. En effet, en travaillant à vide, sans soulever aucune charge sur la roue de Hirn, le moteur consomme déjà une notable quantité d'énergie qui est, à peu de chose près, constante pour une vitesse donnée, si les courroies de transmission sont toujours également tendues. Il faut donc, dans toutes les expériences, retrancher la pression nécessaire à ce fonctionnement du moteur à vide de celle qui intervient quand le moteur travaille utilement. C'est ainsi qu'on dégage la pression vraie qui représente la valeur relative de l'énergie consacrée par le moteur mécanique au travail d'où résulte le soulèvement du poids du sujet sur la roue de Hirn.

» *Artifice expérimental qui permet la mise en évidence des deux éléments de la dépense dans le travail moteur de la machine.* — Le point à mettre en lumière expérimentalement, c'est l'existence, dans la dépense totale du *travail moteur* de la machine, d'une part d'énergie consacrée au *soutien* de la charge pendant son *déplacement*. Voici comment on y arrive :

» Considérons la machine en train de remonter, avec une vitesse donnée, l'homme occupé, en c', à faire du *travail résistant*. Le travail inverse de la machine, c'est-à-dire son *travail moteur*, entraîne une dépense d'énergie dont on a soin de déterminer d'abord la valeur relative suivant la méthode indiquée ci-dessus. Cette détermination faite, si l'on desserre peu à peu le tendeur, k, de la courroie, gg, qui communique le mouvement de rotation au système de Hirn, il arrivera un moment où des glissements se produiront entre cette courroie et la poulie qu'elle actionne. Bientôt la roue à échelons s'arrêtera complètement et le sujet y restera immobile, soutenu à l'extrémité périphérique du rayon horizontal, par la résistance que le système rencontre au niveau du point où sa poulie de commande frotte contre la courroie de transmission.

» Donc le travail mécanique du moteur est alors supprimé.

» Toutefois, il y existe toujours, comme pendant l'exécution du travail mécanique, le *travail intérieur* appliqué au soutien de la charge. De l'énergie continue à se dépenser, mais moins qu'avant la suppression du *travail extérieur*. La différence donne la mesure relative de ce que j'ai appelé tout à l'heure la *dépense kilogrammétrique* ou *mécanique*, celle qui doit s'ajouter à la *dépense statique* pour que la charge soit soulevée.

» Il est bien entendu que, pour faire avec exactitude la détermination de cette dépense statique, il faut, une fois obtenue l'immobilité du sujet, rétablir la vitesse initiale du moteur, vitesse qui avait été accélérée par la suppression du travail mécanique. On y arrive en diminuant au degré voulu la pression d'eau sur les faces du piston de la machine.

» C'est de la pression ainsi réglée qu'on tire la mesure proportionnelle de la *dépense statique*, c'est-à-dire la dépense du travail intérieur du moteur, appliquée en propre à la création de la force qui équilibre constamment le poids du sujet pendant qu'il est soulevé par le moteur. *Il y a là exactement l'équivalent de la dépense du travail intérieur consacré par le muscle à la création de la force de soutien des charges pendant la contraction dynamique.*

» Si, les choses étant ainsi disposées, on rétablit, à l'aide du tendeur, l'adhérence de la courroie de commande avec le système de poulies, le moteur se ralentit et s'arrête, la pression d'eau étant alors insuffisante pour fournir l'énergie nécessaire au soulèvement du sujet. Mais la reconstitution de la pression initiale provoque immédiatement la mise en marche du moteur, parce que celui-ci peut ajouter alors aux éléments *statiques* de la force et de la dépense les éléments *mécaniques*.

» Par cette contre-épreuve, on complète la démonstration précédente. *Il en ressort, d'une manière très nette, l'identité, en un point important, de la constitution de la depense énergétique des moteurs animés et des moteurs inanimés : à savoir que cette dépense s'applique, pour une part à l'équilibration des charges soulevées et pour l'autre à leur soulèvement.*

» Cette démonstration est passible d'une objection, sans valeur, il est vrai, mais qu'on n'en est pas moins tenu d'écarter. Quand le sujet, par le fait du glissement de la courroie de commande, a été rendu immobile sur la roue, il n'est besoin d'aucun frottement pour maintenir cette immobilité. La simple pression de la courroie sur ses poulies y suffit. Aussi, si l'on arrête complètement le moteur, le sujet reste-t-il parfaitement soutenu sur la roue sans exciter la moindre dépense. Mais on est ainsi en

dehors des conditions qui sont à étudier. Le sujet repose alors sur la roue comme il reposerait sur un plan horizontal quelconque *absolument fixe*. Or, cette fixité du point d'appui n'existe pas dans les deux cas considérés et comparés : ou bien ce point d'appui se déplace *avec* la charge *en mouvement;* ou bien il se déplace *sous la pression* de la charge *immobile*. Et c'est justement cette condition différencielle qui permet de distinguer et d'évaluer, dans la dépense intérieure occasionnée par le *travail moteur* de la machine, ce qui revient au soulèvement même de la charge (*dépense mécanique*) et au soutien de cette charge pendant sa montée (*dépense statique*).

» Les faits qui révèlent l'existence et donnent la mesure approximative de la dépense affectée au *soutien* de la charge, pendant le *travail moteur* de la machine à eau employée dans les expériences, ont été recueillis en grand nombre au cours de ces expériences. Ils ne sont pas tous d'une régularité irréprochable, à cause des grandes imperfections de l'outillage. Tous n'en sont pas moins très significatifs. En voici un échantillon :

» Expérience. — Sujet descendant sur la roue de Hirn et constamment remonté par le moteur. On faisait marcher le volant de celui-ci avec une vitesse de 88 tours à la minute. Le poids soulevé sur la roue a eu successivement les valeurs suivantes : 54^{kg}, 64^{kg}, 74^{kg}.

I. — *Dépense du moteur à eau pendant le soulèvement du sujet (travail mécanique).*

	A. Poids de la charge *soulevée* par la machine, donnant la valeur relative de son *travail moteur*.	B. Pression manométrique pendant le fonctionnement de la machine effectuant du *travail moteur*.		C. Pression manométrique pendant le fonctionnement à vide de la machine.		D. Différence entre B et C, exprimant la valeur relative de la dépense énergétique affectée au *travail moteur* de la machine.
	kg	cm		cm		cm
a . . .	54	107	—	72	=	35
b . . .	64	113	—	72	=	41
c . . .	74	121,5	—	73	=	48,5

II. — *Dépense du moteur à eau pendant le soutien du sujet (pas de travail mécanique).*

	A. Poids *soutenu* par la machine.	B. Pression manométrique pendant le fonctionnement de la machine, appliquée au soutien simple de la charge.		C. Pression manométrique pendant le fonctionnement à vide de la machine.		D. Différence entre B et C, exprimant la valeur relative de la dépense énergétique affectée au soutien de la charge pendant le *travail moteur* de la machine.
	kg	cm		cm		cm
a . . .	54	97,5	—	71,5	=	26
b . . .	64	102	—	71,5	=	30,5
c . . .	74	108	—	72	=	36

III. — *Relations entre les valeurs respectives de la dépense totale, de la dépense statique, de la dépense mécanique, d'après les Tableaux I* (soulèvement *de la charge*) *et II* (soutien *de la charge*).

	A. Valeur relative du travail.	B. Dépense totale.		C. Dépense statique.		D. Dépense mécanique.
a ...	1,000	35	—	26	=	9
b ...	1,185	41	—	30,5	=	10,5
c ...	1,370	48,5	—	36	=	12,5

» CONCLUSION. — *Ainsi, dans les moteurs inanimés comme dans le muscle, moteur animé, l'énergie consacrée à l'exécution du travail mécanique positif a une double destination : il est dépensé de l'énergie pour créer les forces de soutien qui équilibrent les charges à soulever* (TRAVAIL INTÉRIEUR); *il en est dépensé pour créer les forces motrices qui opèrent le soulèvement de ces charges* (TRAVAIL EXTÉRIEUR).

» *Donc, en supposant un moteur mécanique directement appliqué au soulèvement d'une charge assez parfait pour n'absorber aucune trace d'énergie dans les frottements de ses organes, en admettant de plus que le potentiel qui l'alimente en énergie puisse être soustrait à toute influence dissipatrice, le rendement mécanique de ce moteur ne cesserait pas, pour cela, d'être plus ou moins inférieur à l'unité, en raison de la valeur plus ou moins considérable de la dépense énergétique* NÉCESSAIRE *qui est consacrée à la création des forces de soutien.* »

MÉCANIQUE. — *De la propagation des discontinuités dans un fluide visqueux. Extension de la loi d'Hugoniot.* Note de M. **P. DUHEM.**

« I. Au lieu d'admettre l'hypothèse énoncée au n° IV de notre précédente Note [1], on peut supposer que *les quantités* ν, τ, *ne croissent pas au delà de toute limite lorsque les dérivées partielles de* u, v, w, *croissent au delà de toute limite*. Dans ce cas, le terme $dt\, \delta\theta_a$ pourra être négligé dans l'égalité (3) de cette Note, qui nous donnera trois égalités vérifiées en tous les points de la surface S; la première de ces égalités est

$$(1)\quad \begin{cases} \rho_1 \mathcal{E}_1 (u_2 - u_1) + (\Pi_2 - \Pi_1 + \nu_{x1} - \nu_{x2}) \cos(n, x) \\ \qquad + (\tau_{z1} - \tau_{z2}) \cos(n, y) + (\tau_{y1} - \tau_{y2}) \cos(n, z) = 0. \end{cases}$$

---

[1] *De la propagation des discontinuités dans un fluide visqueux* (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 658; 18 mars 1901).

» L'égalité (1) de notre précédente Note donne, d'ailleurs,

$$(u_2 - u_1)\cos(n,x) + (v_2 - v_1)\cos(n,y) + (w_2 - w_1)\cos(n,z)$$
$$= \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1}\mathcal{E}_1 = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2}\mathcal{E}_2.$$

» Les égalités (1) donnent donc l'égalité

$$(2)\quad \begin{cases} \frac{\rho_1}{\rho_2}(\rho_2 - \rho_1)\,\mathcal{E}_1 = \frac{\rho_2}{\rho_1}(\rho_2 - \rho_1)\mathcal{E}_2 \\ \qquad = \Pi_2 - \Pi_1 + (\nu_{x2} - \nu_{x1})\cos^2(n,x) \\ \qquad\qquad + (\nu_{y2} - \nu_{y1})\cos^2(n,y) + (\nu_{z2} - \nu_{z1})\cos^2(n,z) \\ \qquad\qquad + 2(\tau_{x2} - \tau_{x1})\cos(n,y)\cos(n,z) \\ \qquad\qquad + 2(\tau_{y2} - \tau_{y1})\cos(n,z)\cos(n,x) \\ \qquad\qquad + 2(\tau_{z2} - \tau_{z1})\cos(n,x)\cos(n,y). \end{cases}$$

» Cette relation détermine la vitesse de propagation N de la discontinuité. Si l'on y néglige les quantités ν, τ, on retrouve la relation proposée par Riemann et généralisée par M. Jouguet ([1]).

» II. A ces relations on doit, avec Hugoniot, adjoindre une relation exprimant que, dans le temps dt, la quantité de chaleur dégagée par la couche a est négligeable. Si l'on garde à V le sens qu'a cette fonction dans notre Mémoire *Sur le potentiel thermodynamique et la pression hydrostatique* ([2]) *et si l'on pose*

$$\eta(\rho, \mathrm{T}) = \zeta(\rho, \mathrm{T}) - \mathrm{T}\frac{\partial\zeta(\rho, \mathrm{T})}{\partial \mathrm{T}},$$

on obtient la relation suivante :

$$(3)\quad \begin{cases} \rho_1\mathcal{E}_1\left[\eta(\rho_2, \mathrm{T}_2) - \eta(\rho_1, \mathrm{T}_1) + \mathrm{V}(\rho_2) - \mathrm{V}(\rho_1) + \frac{u_2^2 + v_2^2 + w_2^2 - u_1^2 - v_1^2 - w_1^2}{2}\right] \\ \quad = -(\mathrm{P}_{x2}u_2 + \mathrm{P}_{y2}v_2 + \mathrm{P}_{z2}w_2 + \mathrm{P}_{x1}u_1 + \mathrm{P}_{y1}v_1 + \mathrm{P}_{z1}w_1), \end{cases}$$

avec

$$(4)\quad \begin{cases} \mathrm{P}_{x1} = (\Pi_1 + \nu_{x1})\cos(n,x) + \tau_{z1}\cos(n,y) + \tau_{y1}\cos(n,z), \\ -\mathrm{P}_{x2} = (\Pi_2 + \nu_{x2})\cos(n,x) + \tau_{z2}\cos(n,y) + \tau_{y2}\cos(n,z). \end{cases}$$

» A l'égalité (2), nous devons joindre l'égalité suivante, vérifiée en tout point non situé, à l'instant t, sur la surface (S) :

$$(5)\qquad \Pi + \rho^2 \mathrm{A}(\rho) = \rho^2\frac{\partial\zeta(\rho, \mathrm{T})}{\partial\rho}.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 673; 18 mars 1901.
([2]) *Annales de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. X, p. 183; 1893.

» Si, entre les égalités

$$\eta = \zeta(\rho, T) - T\frac{\partial\zeta(\rho, T)}{\partial T}, \quad -\mathfrak{P} = \rho^2\frac{\partial\zeta(\rho_1 T)}{\partial\rho},$$

nous éliminons la température T, nous trouvons

$$\eta = H(\rho, \mathfrak{P}).$$

» Dans l'égalité (3), nous pouvons remplacer

$$\begin{aligned} &\eta(\rho_1, T_1) \quad \text{par} \quad H[\rho_1, \Pi + \rho_1^2 A(\rho_1)], \\ &\eta(\rho_2, T_2) \quad \text{par} \quad H[\rho_2, \Pi + \rho_2^2 A(\rho_2)]. \end{aligned}$$

Les températures T_1, T_2 sont alors éliminées des équations relatives à la propagation de la discontinuité.

» La relation obtenue est la généralisation de celle qu'a donnée Hugoniot et que M. Jouguet [1] a étendue récemment; elle redonne celle-ci si l'on néglige la viscosité et si l'on suppose que les actions sont newtoniennes, cas auquel

$$\frac{\partial V}{\partial\rho} = -A(\rho) = 0.$$

» D'ailleurs, en toutes circonstances on peut, comme l'ont fait Hugoniot et M. Jouguet, mettre la loi de détente adiabatique dynamique sous une forme qui ne renferme plus les quantités $u_1, v_1, w_1, u_2, v_2, w_2$. Cette forme est la suivante :

$$(6)\left\{\begin{aligned} &\frac{2[H_2 + V(\rho_2) - H_1 - V(\rho_1)]\rho_1\rho_2}{\rho_2 - \rho_1} \\ &= \frac{P_{x2}^2 + P_{y2}^2 + P_{z2}^2 - P_{x1}^2 - P_{y1}^2 - P_{z1}^2}{(P_{x2} + P_{x1})\cos(n, x) + (P_{y2} + P_{y1})\cos(n, y) + (P_{z2} + P_{z1})\cos(n, z)}. \text{ »} \end{aligned}\right.$$

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1901.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Lacaze (Chimie). — MM. Troost, Gautier, Moissan, Ditte, Lemoine, Haller, Berthelot, Hautefeuille, Dehérain.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 673; 18 mars 1901.

Prix Delesse. — MM. Marcel Bertrand, Fouqué, Michel Lévy, de Lapparent, Gaudry.

Prix Gay. — MM. Bonnier, Van Tieghem, Bornet, Guignard, Prillieux.

Prix Bordin (Sciences physiques). — MM. Guignard, Van Tieghem, Bonnier, Bornet, Prillieux.

Prix Desmazières. — MM. Guignard, Van Tieghem, Bornet, Bonnier, Prillieux.

Prix Montagne. — MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux.

Prix Thore. — MM. Bornet, Guignard, Bonnier, Van Tieghem, Prillieux.

Prix de La Fons-Mélicocq. — MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux.

Grand prix des Sciences physiques. — MM. Perrier, de Lacaze-Duthiers, Filhol, Chatin, Giard.

Prix Savigny. — MM. Filhol, Perrier, de Lacaze-Duthiers, Giard, Chatin.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces de la Correspondance :

Un grand Ouvrage de M. *Retzius*, intitulé : « Biologische Untersuchungen, neue Folge », formant 9 Volumes avec Planches, dont notre savant Correspondant fait hommage à l'Académie.

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Sur une question relative au déplacement d'une figure de grandeur invariable.* Note de M. **R. Bricard**, présentée par M. Jordan.

« Soit d'abord F une figure plane de grandeur invariable qui se déplace dans son plan, suivant une loi continue. Je désignerai dans ce qui suit par (a), (b), ..., les diverses positions que peut occuper la figure F au cours de ce déplacement. Si l'on considère deux positions quelconques (a) et (b), on peut amener la figure F de la première à la seconde par une

rotation autour d'un certain point O_{ab}. L'angle de la rotation sera désigné par $\widehat{ab}$.

» Si l'on groupe deux à deux les diverses positions que peut occuper la figure F, les points tels que O_{ab} dépendent en général de deux paramètres et leur ensemble occupe la totalité du plan ou tout au moins une certaine aire contenue dans ce plan. *Peut-on déterminer la loi du déplacement de* F *de telle manière que les points* O_{ab} *soient répartis sur une même courbe?* Telle est la première question à laquelle je me propose de répondre dans cette Note.

» Au cours de la solution que je vais résumer ici, je considère à diverses reprises un point qui se déplace sur une courbe C, de telle manière que ses coordonnées soient fonctions continues d'un paramètre t. J'admets *que l'on peut toujours déterminer une valeur, au moins, du paramètre t, réelle ou imaginaire, telle que le point m correspondant occupe sur la courbe* C *une position quelconque, assignée à l'avance.* Il me semble difficile d'éviter l'emploi de ce postulat, qui répond d'ailleurs à des hypothèses fort larges sur la nature des fonctions dont il s'agit.

» Cela admis, je dirai, à l'exemple de Ribaucour, qu'un déplacement est *satisfaisant* s'il jouit de la propriété par laquelle on veut le déterminer. Imaginons donc un déplacement satisfaisant, et soit C la courbe lieu des points tels que O_{ab}. On parvient à caractériser la courbe C et le déplacement correspondant, en démontrant successivement les propositions suivantes (m et n étant deux points, la notation $m = n$ signifie que ces points sont confondus; en outre, pour abréger, je dirai constamment : *position* en sous-entendant les mots : *que la figure* F *peut occuper au cours de son déplacement*).

» 1° Soient a un point quelconque de C, (x) une position quelconque. *Il existe au moins une autre position* (y) *telle que* $O_{xy} = a$.

» 2° Soient a et b deux points fixes quelconques de C, (x) une position quelconque. Il existe, d'après le 1°, au moins deux positions (y) et (z) telles que l'on ait

$$O_{xy} = a, \qquad O_{xz} = b.$$

» *Le point* O_{yz} *ne saurait être fixe quand on fait varier la position* (x).

» 3° Soient a, b, c, trois points quelconques de C. *On peut trouver au moins trois positions* (x), (y), (z), *telles que l'on ait*

$$O_{yz} = a, \qquad O_{zx} = b, \qquad O_{xy} = c.$$

» 4° *La courbe* C *ne peut avoir trois points en ligne droite à distance finie.*

» 5° Soient (x), (y) deux positions quelconques distinctes. *Il n'existe pas de position* (z), *distincte de* (x) *et de* (y), *telle que l'on ait*

$$O_{zy} = O_{xz}, \quad \text{et par suite,} \quad = O_{yz}.$$

» 6° Soient a, b, c trois points fixes de C, (x) une position variable. Si l'on détermine les positions (y), (z) et (t), telles que l'on ait

$$O_{xy} = a, \qquad O_{yz} = b, \qquad O_{zt} = c,$$

le point O_{tx} *est fixe sur la courbe* C, *quand on fait varier la position* (x).

» 7° a, b, c étant trois points quelconques de la courbe C, *on peut trouver sur la même courbe un quatrième point* d, *tel que de tout point de la courbe* C *on voit les segments* ab *et* cd *sous le même angle ou sous des angles supplémentaires.*

» Il est aisé de voir que la seule courbe possédant cette dernière propriété est un *cercle*. Une fois ce résultat obtenu, on parvient sans peine à la solution cherchée, qui s'énonce ainsi :

» *Le seul déplacement satisfaisant* (en laissant de côté des solutions évidentes et sans intérêt) *est celui d'une figure* F *liée à un cercle de grandeur constante qui roule sur un cercle de rayon moitié, le contact étant intérieur.* On peut vérifier directement que le centre de la rotation permettant de passer d'une position quelconque de la figure F à une autre position quelconque est toujours *un point du cercle base de ce déplacement.*

» Le problème dont je viens d'indiquer la solution peut être posé relativement au déplacement sur une sphère d'une figure de grandeur invariable. Les mêmes raisonnements s'appliquent sans modification, et comme il n'existe pas de courbe sphérique possédant la propriété indiquée plus haut sous le n° 7, ainsi qu'on s'en rend compte assez facilement, on voit qu'*il n'existe pas de déplacement satisfaisant sur la sphère.*

» Ce dernier résultat peut s'énoncer en considérant le déplacement à un paramètre d'un corps autour d'un point fixe : on ne peut déterminer la loi d'un pareil déplacement, de telle manière que les rotations en nombre doublement infini, permettant de passer de l'une à l'autre de deux positions quelconques occupées par ce corps, au cours de son déplacement, s'effectuent autour d'axes répartis sur un *cône*, au lieu de constituer une *gerbe*.

» On est maintenant en mesure de répondre à la question suivante :

» *Déterminer le déplacement continu d'une figure dans l'espace* (*à un para-*

mètre ou plus), tel que les déplacements hélicoïdaux permettant d'amener la figure de l'une à l'autre de deux positions quelconques, choisies parmi celles qu'elle peut occuper, s'effectuent autour d'axes répartis sur une même surface réglée.

» La seule solution est donnée par le déplacement à deux paramètres d'une figure dont deux plans sont assujettis à passer par deux droites parallèles : les axes des déplacements hélicoïdaux dont il s'agit sont répartis sur un cylindre de révolution. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions entières de plusieurs variables et les modes de croissance.* Note de M. ÉMILE BOREL, présentée par M. H. Poincaré.

« La théorie générale de la croissance des fonctions de plusieurs variables apparaît rapidement comme bien plus compliquée que la théorie analogue pour une variable. Or, même dans ce dernier cas relativement simple, il est difficile de traiter la question dans toute sa généralité, et, dans bien des recherches, il y a avantage à introduire des hypothèses, restrictives en apparence, mais toujours ou presque toujours vérifiées dans les applications; c'est ainsi que j'ai signalé, à diverses reprises, l'importance que me paraît avoir l'étude spéciale du mode de croissance exponentiel ([1]).

» Il est clair que l'on sera obligé d'introduire des restrictions à la notion générale de fonction croissante de plusieurs variables, si l'on veut en faire une étude approfondie; il faudra d'ailleurs tâcher de ne point le faire arbitrairement, mais de se guider sur l'observation des faits, de manière que la théorie puisse être le plus féconde possible.

» Il m'a semblé que l'étude des fonctions entières de plusieurs variables à coefficients positifs pouvait fournir des indications précieuses sur l'importance relative des divers modes de croissance imaginables; cette étude m'a conduit à quelques résultats que j'ai développés cet hiver dans mon cours du Collège de France et que je voudrais brièvement résumer ici.

» Considérons deux variables réelles et positives x et y, et formons la

([1]) Voir, par exemple, mes *Leçons sur les fonctions entières*, notes II et III, et mes *Leçons sur les séries divergentes*, p. 96.

fonction e^{xy}; si l'on y donne à la variable y une valeur déterminée, on obtient une fonction de x qui est comparable, pour la croissance, à une fonction entière d'*ordre* y, d'après la définition même de l'ordre. Cet ordre est donc *variable*. Il serait aisé de former des exemples analogues, plus compliqués; citons, par exemple, la fonction :

$$e^{x^{\frac{y}{y+1}}} + e^{y^{\frac{x}{x+1}}}.$$

» Soit maintenant

$$f(x, y) = \sum_0^\infty \sum_0^\infty A_{m,n} x^m y^n$$

une fonction *entière* de deux variables, les $A_{m,n}$ étant des nombres positifs tels que la série converge, quels que soient x et y. On peut énoncer le théorème suivant :

» Théorème I. — *Si la fonction entière à coefficients positifs $f(x, y)$ est telle que, x_0 et y_0 désignant deux valeurs positives quelconques de x et de y, la fonction entière de x, $f(x, y_0)$, soit d'ordre ρ et que la fonction entière de y, $f(x_0, y)$, soit d'ordre ρ', on pourra affirmer que, quels que soient x_1, y_1, les fonctions entières $f(x, y_1)$* et *$f(x_1, y)$ sont respectivement d'ordres ρ et ρ'.* Dans le cas où x_1 et y_1 ne seraient pas réels positifs, on pourrait affirmer que les ordres sont *au plus* ρ et ρ'.

» Appelons *ordre total* de $f(x, y)$ l'ordre de la fonction entière de t, $f(t, t)$; nous aurons le

» Théorème II. — *Les hypothèses étant les mêmes que dans le théorème I, l'ordre total de $f(x, y)$ est au plus $\rho + \rho'$.*

» Les résultats précédents s'étendent sans peine aux fonctions entières de plus de deux variables; on peut aussi les étendre à des cas où l'on suppose l'ordre infini par rapport à l'une des variables x ou y, mais où l'on donne, cependant, une limite supérieure de la croissance. Par exemple, on peut convenir de dire que l'ordre d'une fonction entière $f(z)$ est inférieur à ω, si le module maximum de $f(z)$ croît moins vite que e^{e^x}, x désignant le module de z, que l'ordre de $f(z)$ est inférieur à ω^2, si ce module croît moins vite que $e^{e^{e^x}}$, ... En admettant ces définitions, on a, par exemple, le théorème suivant :

» Théorème III. — *Si la fonction entière à coefficients positifs $f(x, y)$ est telle que l'ordre de $f(x, y_0)$ étant ρ, l'ordre de $f(x_0, y)$ soit inférieur à ω, x_0 et y_0 étant deux nombres positifs particuliers, on peut affirmer que l'ordre de $f(x, y_1)$ est égal à ρ, quel que soit le nombre positif y_1.*

» Il est clair que ces diverses propositions ne peuvent pas s'étendre sans modification au cas où les coefficients $A_{m,n}$ ne sont pas tous réels et positifs; *il est aisé de former des fonctions entières de deux variables telles que les ordres des deux fonctions de x, obtenues en donnant à y deux valeurs différentes, ne soient pas égaux*. Par exemple, si l'on pose

$$f(x,y) = e^{x^2}\sin y + e^x,$$

la fonction $f(x,\pi)$ est d'ordre 1, tandis que $f(x,1)$ est d'ordre 2. On voit nettement, sur cet exemple, le mécanisme au moyen duquel a été obtenue simplement une solution du problème qui vient d'être posé. Il est extrêmement vraisemblable que ce problème n'a pas d'autre solution que ces solutions banales; mais je n'ai pas encore réussi à démontrer rigoureusement ce dernier point.

» En tout cas, il résulte des recherches précédentes que *l'hypothèse qu'une fonction croissante de plusieurs variables est une fonction entière restreint singulièrement la généralité de son mode de croissance;* cette remarque ne paraîtra peut-être pas indigne d'attirer l'attention des géomètres. »

PHYSIQUE. — *Quelques isothermes de l'éther entre* 100° *et* 206°. Note de M. **Edouard Mack**, présentée par M. Lippmann.

« L'appareil employé à ces mesures est analogue à celui qui a été décrit à propos d'une autre étude [1]; mais le compresseur à piston est supprimé.

» Ainsi simplifié, l'appareil se compose d'un tube d'expérience vertical, long de 5^{cm}, fermé en haut et communiquant en bas par un long tube capillaire coudé avec un tube de manomètre vertical, long de $3^{cm},8$. Dans le haut de celui-ci pénètre un piston d'acier trempé, ajusté, de $0^{cm},3$ de diamètre et $2^{cm},5$ de longueur. Les trois tubes sont en acier à parois épaisses et constituent le réservoir clos où s'exercent les pressions.

» Le tube d'expérience est immergé dans un bain de mercure entouré d'un bain d'huile dont la température peut être maintenue très constante au moyen d'un thermorégulateur à gaz, précédé d'un régulateur Fournier. Le tube d'expérience a une capacité de $0^{cc},5$; il contient le corps étudié flottant sur du mercure. Le tube de manomètre contient sous le piston un liquide très visqueux [2] et dans le bas aussi du

(1) E. Mack, *Températures de fusion de quelques corps à des pressions élevées* (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 361).

(2) Mélange à parties égales d'huile minérale et de colophane.

mercure qui se réunit à l'autre par le tube de communication. Suivant le procédé utilisé par M. Amagat, le piston peut être rendu très mobile par un petit mouvement de rotation alternatif. Il subit à son extrémité supérieure l'action d'une force variable à volonté, réalisée au moyen d'un plateau chargé de poids marqués.

» Le piston tient lieu à la fois de compresseur, de manomètre et de volumètre. En descendant sous la charge, il peut comprimer le contenu de l'appareil à plusieurs milliers de kilogrammes par centimètre carré. Sa section étant connue, le poids qu'il supporte mesure la pression, et son déplacement observé au moyen d'un microscope à vis micrométrique mesure la variation de volume du réservoir et de son contenu, quand la température ou la pression varie. La variation de volume du corps étudié se calcule par différence, celles du réservoir et des liquides auxiliaires ayant fait l'objet de mesures préliminaires.

» Pour déterminer une isotherme du corps étudié, on maintient constante la température du bain et l'on enlève successivement des poids sur le plateau en observant chaque fois la position du piston. Pour déterminer une isobare, on maintient la charge invariable et l'on amène la température à diverses valeurs en lisant aussi la position du piston à chaque étape. On détermine ainsi les variations de volume le long de la courbe étudiée. Il est donc nécessaire de connaître déjà le volume lui-même en un de ses points pour qu'elle soit complètement déterminée.

» Un tube de verre mince, effilé, contenant $0^{gr},0908$ d'éther (oxyde d'éthyle) purifié avec soin, a été scellé à la flamme et enfermé dans le tube d'expérience. Il devait se briser sous la pression et le mercure pénétrer librement. Cela ne s'est produit qu'après plusieurs mesures, et les premières, celles des isothermes comprises entre 0° et 100°, ont été perdues. On a déterminé une seule isobare de l'éther, à la pression $256^{kg},4 : 1^{cq}$ et une série d'isothermes ayant toutes un point à cette même pression. Pour repérer les volumes dans le réseau ainsi constitué, on n'a pas pu utiliser une densité prise à la pression ordinaire, vu l'absence d'isothermes au-dessous de 100°. On a alors utilisé l'isotherme 100° de M. Amagat et l'on a admis d'après elle qu'à 100° et à la pression $256^{kg},4 : 1^{cq}$, l'éther a pour volume $1^{cq},1115$. C'est le volume de la masse d'éther qui occupe 1^{cq} à 0° à la pression ordinaire; cette unité est adoptée ici. L'*isobare* $256^{kg},4 : 1^{cq}$ est alors déterminée par les mesures suivantes :

Températures.	26°,65	56°,65	100°	131°,15	161°,5	172°,8	204°,05	206°,3
Volumes	1,0031	1,0434	1,1115	1,1660	1,2068	1,2535	1,3262	1,3334

» Sur cette isobare on a interpolé les volumes correspondant aux températures des treize isothermes étudiées. Ainsi repérés, les volumes me-

surés sur ces isothermes sont donnés dans la Table I. Les pressions y sont exprimées en kg : cmq et les températures en degrés du thermomètre à hydrogène.

TABLE I. — *Volumes mesurés.*

p.	100°,95.	151°,75.	204°,2.
256,4	1,1131	1,2070	1,3286
396,5	»	»	1,2491
536,5	1,0557	1,1218	1,1979
676,6	»	»	1,1603
816,7	1,0181	1,0711	1,1310
1096,8	0,9902	1,0359	1,0863
1377,0	0,9670	1,0069	1,0517
1657,1	0,9475	0,9838	1,0245
1937,2	0,9300	0,9635	1,0009
2217,3	0,9148	0,9460	0,9801

p.	112°,4.	122°,5.	136°,6.	148°,9.	161°,9.
41,0	»	1,2610	1,3089	1,3688	1,4421
55,1	»	»	»	»	1,4092
83,1	»	1,2278	1,2681	1,3122	1,3630
153,1	»	1,1893	1,2216	1,2547	1,2905
256,4	1,1330	1,1500	1,1760	1,2006	1,2274
396,5	1,0971	1,1117	1,1333	1,1522	1,1731
536,5	1,0701	1,0825	1,1007	1,1176	1,1350
676,6	1,0483	1,0593	1,0752	1,0904	1,1063
816,7	»	»	»	1,0681	1,0815
956,8	»	»	»	»	1,0613

p.	172°,7.	182°,3.	187°,6.	192°,0.	206°,3.
34,0	1,5625	1,7208	1,8548	»	»
35,4	»	»	1,8097	»	»
36,8	»	»	»	1,9649	»
37,5	»	»	1,7641	»	»
38,7	»	»	»	1,8958	»
39,6	»	»	»	1,8514	»
41,0	1,5269	1,6308	1,7108	1,8143	»
43,8	»	»	»	1,7628	»
48,0	»	»	1,6434	1,7078	»
50,8	»	»	»	»	1,9890
55,1	1,4763	1,5498	1,5980	1,6480	1,8812
62,1	»	»	1,5638	1,6055	»
69,1	»	»	1,5362	1,5728	1,7117
83,1	1,4125	1,4622	1,4932	1,5218	1,6266
97,1	»	»	»	1,4846	1,5708
125,1	»	1,3892	1,4100	1,4304	1,4948
153,1	1,3249	»	1,3737	1,3906	1,4453
181,1	»	1,3285	1,3449	1,3597	»
188,1	»	»	»	»	1,3983
209,1	»	»	»	1,3340	»
223,1	»	»	1,3107	»	1,3625
256,4	1,3520	1,2748	1,2874	1,2980	1,3350
326,4	»	»	1,2496	»	1,2894
396,5	1,1924	1,2093	1,2186	1,2268	1,2540
466,5	»	»	»	»	1,2259
536,5	1,1508	1,1651	1,1731	1,1790	1,2015
676,5	1,1198	1,1324	1,1389	1,1449	1,1633
816,7	1,0944	1,1057	1,1116	1,1179	1,1336
956,8	1,0728	1,0838	1,0890	»	1,1094
1096,8	»	1,0652	1,0698	»	1,0887
1377,0	»	»	»	»	1,0549

» Les réseaux de M. Amagat [1] et de MM. Ramsay et Young [2], comprenant l'un les petits volumes, l'autre les grands volumes, sont accordés par celui-ci. Ils ont de plus certaines régions communes avec lui, ou ils en diffèrent très peu.

» La mesure des pressions dans les paliers des isothermes étudiées a

---

(1) E.-H. AMAGAT, *Mémoires sur l'élasticité et la dilatabilité des fluides* (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXIX, p. 70; 1893).

(2) W. RAMSAY and S. YOUNG, *On Evaporation and Dissociation* (*Philosophical Magazine*, 5e série, t. XXIII, p. 435; 1887).

donné pour la *pression de vaporisation de l'éther* les valeurs suivantes, très proches de celles de M. Ramsay :

Températures.	122°,4	136°,65	148°,9	161°,9	172°,7	182°,4	187°,5	192°,15
Pressions.....	10,39	13,96	17,40	21,88	26,16	30,61	33,50	35,75

PHYSIQUE. — *Recherches cryoscopiques.* Note de M. **Paul Chroustchoff.**

« Dans une Note récente (26 novembre 1900), j'ai annoncé que je donnerais ultérieurement quelques indications sommaires sur les modifications que j'ai apportées à la construction et à l'emploi du thermomètre électrique de Callendar et Griffiths, ainsi qu'à la méthode employée par Raoult pour la détermination de l'abaissement du point de congélation d'un dissolvant produit par des corps dissous. En le faisant actuellement, j'espère être utile aux savants qui s'intéressent à ces questions.

» I. Le thermomètre de MM. Callendar et Griffiths, avec la forme particulière que j'ai dû lui donner pour être applicable à mes recherches, a été construit d'après mes indications, en 1897, par la *Scientific Instrument Company,* à Cambridge; il se distingue de l'instrument original par ceci : la *tête* ([1]) du thermomètre a été faite avec une forte plaque en ébonite et recouverte d'une couche épaisse de paraffine au moyen du vernis [dissolution saturée de paraffine dans du benzène] que j'avais indiqué dans ma première Communication sur cette question (1896, en russe). Ce détail de construction, indifférent en apparence, est au contraire d'une grande nécessité : je n'ai réussi à obtenir des mesures constantes dans toute une série d'observations et de l'ordre des millièmes d'un degré centigrade que grâce à cet isolement parfait de la tête du thermomètre et de tous les isolateurs de l'appareil. M. P. Chappuis a bien voulu m'informer qu'il a été amené à user aussi d'un tour de main analogue. Grâce à cette petite modification nécessaire de l'instrument, j'ai pu me servir, dans mes recherches, d'un courant ininterrompu (fourni par un grand accumulateur) dans le pont de Wheatstone, malgré la sensibilité assez grande du galvanomètre employé. La disposition de mon appareil permettait de n'introduire le galvanomètre dans le circuit qu'au moment de la lecture (constatant l'absence de déviation); chaque mesure définitive représente une moyenne de deux

([1]) Lieu d'attache des quatre bornes pour l'introduction du courant.

lectures consécutives faites avec renversement du courant par un commutateur bien isolé.

» Ce pont de Wheatstone a été construit dans mon laboratoire et se réduit à trois branches (système Burstall) dont deux ont des résistances exactement égalisées (au cent millième d'ohm près) et dont la troisième possède une résistance égale à celle du thermomètre électrique. Le thermomètre lui-même forme la quatrième branche du pont et contient une résistance d'environ 50 ohms comme, du reste, chacune de ces quatre branches. Les trois résistances (branches) du pont sont toutes immergées dans un même bain d'hydrocarbure isolant.

» J'ai déjà fait remarquer, dans ma première Note, que je n'ai pu obtenir de résultats exactement concordants qu'en éliminant les corrections dues aux changements dans la résistance de la troisième branche du pont avec la température; j'ai déjà dit que cette élimination a été produite par des expériences parallèles faites à blanc avec le dissolvant pur. La nécessité d'avoir recours à ce procédé provient de l'extrême difficulté d'obtenir, pour chaque degré centigrade, des valeurs suffisamment exactes et constantes du coefficient de température pour les résistances en manganine dont je me suis servi pour les trois bobines du pont de Wheatstone. La petitesse du coefficient concourt avec sa variabilité pour exagérer cette difficulté.

» J'ai trouvé très commode de faire le calibrage de la résistance du fil en platine-argent, le long duquel se déplaçait le contact mobile, simultanément avec celui des divisions de la règle en argent qui m'a servi à mesurer les longueurs entre deux points de contact sur le fil. Comme contrôle, j'ai comparé les résistances de plusieurs divisions du fil à une résistance normale, par la méthode bien connue de Carey Foster.

» II. Quant à la méthode de Raoult, je l'ai appliquée de la manière suivante : je n'ai pas congelé les dissolutions à la température de convergence, mais toujours à une température inférieure, afin de produire beaucoup de glace et tout en agitant fortement la liqueur. Après la formation d'une quantité suffisante de glace, je ralentissais l'agitation au point de n'avoir qu'un réchauffement aussi petit que possible par le frottement de l'hélice, et je réglais (1) le refroidissement de l'enceinte de façon à fixer la température de l'éther à celle de convergence, et je procédais enfin à la

---

(1) Au moyen d'une soufflerie et d'un robinet appropriés qui seront décrits dans mon Mémoire définitif.

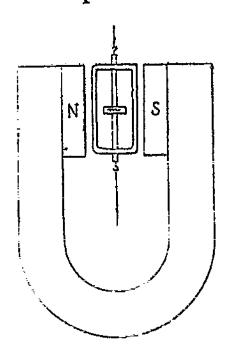
mesure du point de congélation. Comme je n'introduisais l'éprouvette intérieure dans mon appareil qu'après l'avoir déjà préalablement refroidie à la température de congélation, hors de l'appareil et d'une manière approximative, l'observation n'exigeait qu'un temps assez court, ce qui présente un certain avantage. Les lectures étant faites, je puisais 100^{gr} de la liqueur congelée pour en faire une analyse.

» Enfin, voici une dernière remarque : l'intérieur de l'éprouvette ne pouvait pas communiquer avec l'atmosphère ambiante, toute communication étant interceptée par une fermeture au mercure, fermeture qui, d'ailleurs, n'entravait nullement la marche de l'agitateur hélicoïdal. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouveau système d'ampèremètres et de voltmètres, indépendants de l'intensité de leur aimant permanent.* Note de M. **Pierre Weiss**, présentée par M. J. Violle.

« I. Les instruments de mesures électriques dans lesquels on utilise l'action des courants sur les aimants sont sujets à se dérégler par les variations accidentelles de leurs aimants. Mais il résulte de l'affaiblissement de l'aimant, soit un accroissement, soit une diminution de la sensibilité, suivant le rôle qui lui est attribué. Quand l'aimant fournit le couple antagoniste en agissant comme aimant directeur sur un équipage magnétique mobile, la sensibilité augmente quand l'aimant s'affaiblit. Elle diminue, au contraire, dans les instruments à courant mobile dans lesquels l'aimant fournit le couple déviant.

» On peut combattre ces défauts contraires l'un par l'autre, en empruntant le couple antagoniste et le couple déviant tous deux au même aimant.



Imaginons, en effet, un galvanomètre Desprez-d'Arsonval dans lequel les fils amenant le courant au cadre mobile *b* sont dépourvus de rigidité et

dont l'équipage mobile porte une petite palette m de fer doux qui se meut solidairement avec lui et que l'aimant NS tend à maintenir dans la direction de son champ. On voit facilement que, pour que la déviation produite par un courant donné parcourant le cadre mobile soit indépendante du champ de l'aimant, il suffit que le moment magnétique de m soit constant, condition que l'on réalise approximativement en disposant les choses de façon que m soit sensiblement aimanté à saturation.

» II. En réalité, il n'est pas nécessaire de chercher à satisfaire avec une grande approximation aux deux conditions extrêmes que nous venons de poser : conducteurs infiniment souples et saturation magnétique de la pièce m; il suffit de remarquer qu'une petite force antagoniste élastique peut *compenser* l'effet de l'imparfaite saturation. Une discussion un peu plus détaillée montre, en effet, facilement que le courant nécessaire pour produire une déviation donnée α, dans un instrument pourvu à la fois de force antagoniste magnétique et de force antagoniste élastique, passe, en général, par un minimum et par un maximum quand le champ varie. Il y a donc deux valeurs du champ pour lesquelles une petite variation de l'aimant permanent ne conduit à aucune variation de la sensibilité. En proportionnant convenablement le couple antagoniste magnétique et élastique, on fait coïncider l'une de ces valeurs avec le champ de l'aimant qu'on se propose d'employer. On peut même le faire coïncider avec le maximum et le minimum confondus en un point d'inflexion et obtenir ainsi une sensibilité indépendante du champ dans un grand intervalle. Et effectivement, dans des expériences faites avec un électro-aimant, le champ variant de 1000 gauss à 2000 gauss, on a pu réduire les variations de la sensibilité à $\frac{1}{600}$ de part et d'autre de la valeur moyenne.

» III. Jusqu'à présent, nous avons supposé implicitement les déviations de l'équipage mobile très petites. Quand on se sert de déviations un peu grandes, il est nécessaire de tenir compte, dans la discussion, de ce que le couple déviant, le couple antagoniste élastique et le couple antagoniste magnétique ne dépendent pas de l'angle de déviation suivant la même loi. L'indépendance du champ de l'aimant, obtenue exactement pour le commencement de l'échelle, par exemple, ne doit être qu'approximative pour les autres parties de la graduation.

« L'expérience a montré que, par un choix convenable de la nature et de la forme de la pièce m, cette approximation est beaucoup meilleure qu'on ne pouvait l'espérer *a priori*. Le tableau suivant résulte de mesures faites sur un instrument construit d'après ces principes par MM. Japy frères. Le champ de cet instrument a été porté successivement à 500 gauss et à 600 gauss, et l'on a déterminé, pour ces deux intensités, le courant nécessaire pour produire les déviations de 10 degrés en 10 degrés :

Courant produisant une déviation α.

α°.	H = 500 gauss.	H = 600 gauss.
— 10°	— 48,4	— 47,6
0°	0	0

α°.	H = 500 gauss.	H = 600 gauss.
10°	37,1	37,3
20°	67,6	67,7
30°	94,2	94,2
40°	119,4	119,2
50°	145,6	145,6
60°	173,2	173,0
70°	199,5	199,2

» Quelques autres propriétés des instruments que nous venons de décrire se rattachent à leur propriété fondamentale. Le décentrage de l'équipage mobile par rapport à l'entrefer peut être envisagé comme une variation accidentelle du champ, d'allure un peu irrégulière. L'expérience a montré que son influence est minime : 0,7 pour 100 au plus pour un déplacement inférieur ou égal à $2^{mm},4$ et à peu près le même dans toute l'étendue de l'échelle, circonstance extrêmement favorable à la construction de séries d'instruments possédant des graduations identiques.

» Le rôle tout à fait subordonné que l'on est amené à donner au couple antagoniste élastique met ces instruments à l'abri des inconvénients habituels des ressorts spiraux : variations de la sensibilité et déplacements du zéro. Dans l'exemple mentionné ci-dessus, le couple antagoniste total est dix fois le couple antagoniste élastique au commencement de l'échelle, et 6,8 fois, quand la déviation atteint 60 degrés.

» Les variations de température peuvent affecter l'aimant permanent. Cet effet est inoffensif. Elles peuvent aussi modifier le moment magnétique de la pièce *m*. Mais il résulte des expériences de M. P. Curie qu'aux températures ordinaires l'intensité d'aimantation *à saturation* du fer doux varie extrêmement peu avec la température. Et, de fait, une variation de température de 24° n'a permis de mettre en évidence avec certitude aucune variation de la sensibilité, alors qu'une variation de un millième eût été observable. En tant qu'ampèremètres, ces instruments compensés ont donc un coefficient de température nul. En tant que voltmètres ils dépendent, à la manière habituelle, de la résistance des conducteurs employés.

» En résumé, par l'emploi simultané d'un couple directeur magnétique prédominant et d'un couple directeur élastique d'importance subordonnée, on peut faire du galvanomètre à courant mobile un instrument de sensibilité invariable et répondant aux plus hautes exigences de précision. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'influence de self-induction sur les spectres d'étincelle.* Note de M. G.-A. Hemsalech, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note antérieure ([1]), j'ai montré qu'en insérant une self-induction dans le circuit de décharge d'un condensateur, le spectre de l'étincelle subit des modifications considérables.

([1]) G.-A. Hemsalech, *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 285; 1899.

» A l'aide d'appareils plus perfectionnés et d'un spectrographe plus dispersif, j'ai pu étudier ce phénomène avec plus de précision, et dans la présente Note je résume les principaux résultats.

» Avec une bobine de self-induction variable, j'ai pu étudier les transformations successives en augmentant lentement la self-induction. Les raies de l'air disparaissent rapidement.

» Quant aux raies métalliques, quelques-unes disparaissent rapidement, d'autres s'affaiblissent lentement, d'autres enfin s'affaiblissent d'abord plus ou moins et ensuite, en continuant à augmenter la self-induction, deviennent plus vives et souvent dépassent en éclat les raies du spectre de l'étincelle ordinaire.

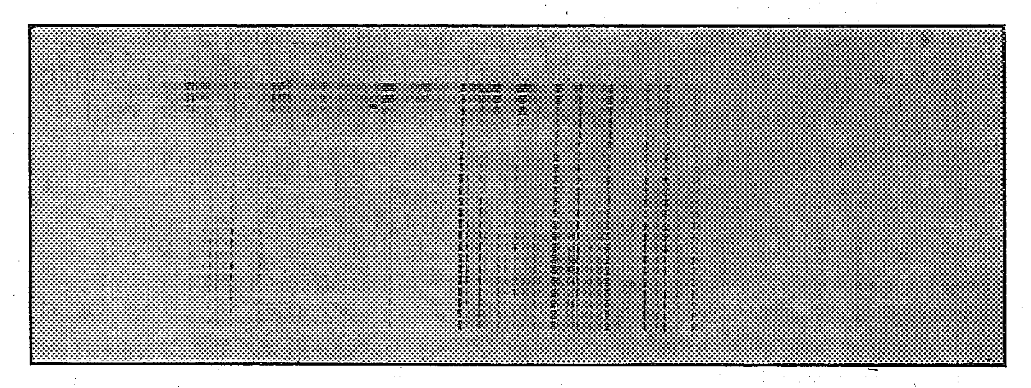
» M. Victor Schumann a eu la bonté d'attirer mon attention sur une méthode très élégante, qui lui est due, pour représenter photographiquement les modifications du spectre sous l'action d'une cause progressivement variable.

» Cette méthode consiste à photographier une série de spectres l'un au-dessous de l'autre et sur la même plaque, le temps de pose étant le même pour chaque spectre. Les *fig.* 1, 2, 3, obtenues par cette méthode, représentent les transformations des spectres du cobalt (*fig.* 1), du plomb (*fig.* 2) et du magnésium (*fig.* 3), sous l'influence de variations progressives de la self-induction du circuit. Elles montrent nettement la *constitution* de ces spectres.

» Ces spectres ont été obtenus à l'aide d'un spectrographe à un prisme en verre (modèle Rutherford, par Steinheil). Pour pouvoir photographier un grand nombre de spectres sur la même plaque, on peut déplacer le châssis à l'aide d'une vis. La longueur de la fente est réglée par un diaphragme. Par ce procédé, les spectres photographiques sont tous produits par la même partie de l'étincelle (l'étincelle étant projetée sur la fente à l'aide d'une lentille), ce qui est important pour leur comparaison.

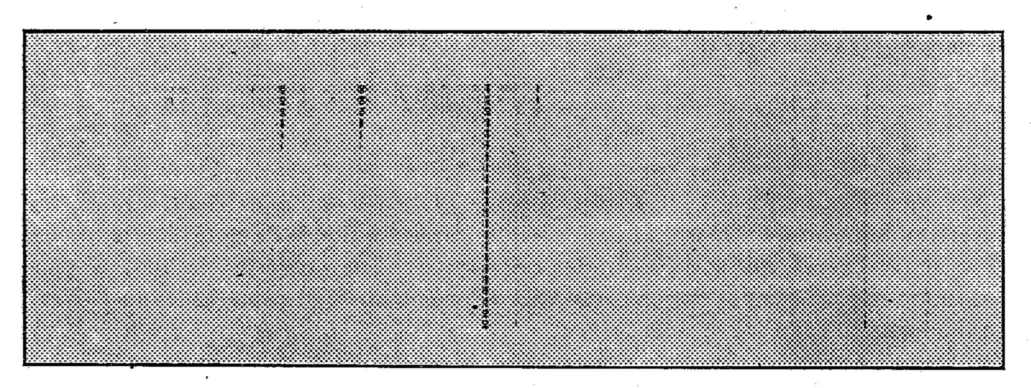
» Le condensateur avait une capacité d'environ 0,0084 microfarads. Comme self-induction je me servais de deux bobines : l'une avait 15 couches de 55 tours chacune, une longueur de 20^{cm} et $1^{cm},3$ de diamètre intérieur; l'autre avait 12 couches de 150 tours chacune, une longueur de $50^{cm},5$ et $5^{cm},5$ de diamètre intérieur; le diamètre du fil étant $1^{mm},2$ sans l'isolement. Ces deux bobines étant placées en séries, on commençait à faire passer la décharge successivement à travers une, deux, etc., jusqu'à quinze couches de la petite bobine et l'on ajoutait ensuite deux, quatre, six, etc., jusqu'à douze couches de la grande bobine; on obtenait ainsi 22 spectres, en comprenant celui de l'étincelle ordinaire, qui est le premier. On remar-

Jaune. Fig. 1. Ultra-violet.



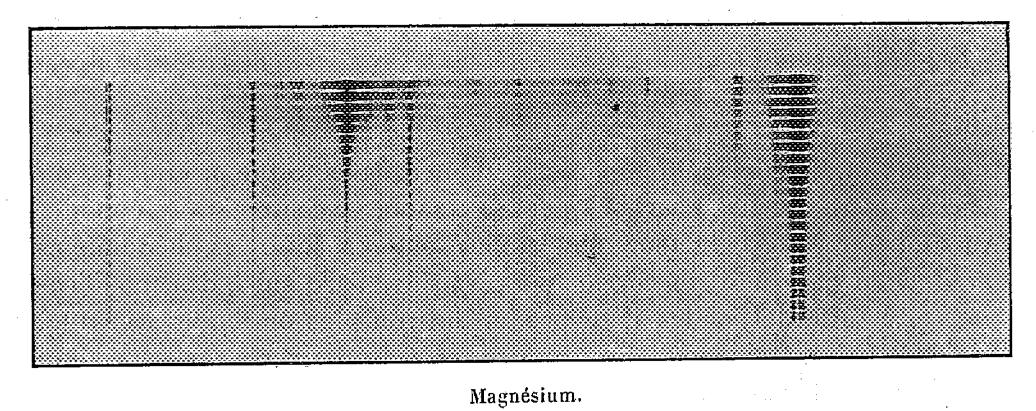
Cobalt.

Fig. 2.



Plomb.

Fig. 3.



Magnésium.

quera qu'au début les modifications dues à une petite augmentation de la self-induction sont très marquées, puis qu'elles deviennent très lentes malgré une augmentation rapide de la self-induction. La valeur maximum de la self-induction était d'environ 0,06 henry; le temps de pose était de une minute pour chaque spectre.

» D'après ces résultats, je propose de classer les raies des spectres d'étincelle d'après l'action de la self-induction de la manière suivante :

» *Première classe.* — Les raies qui diminuent rapidement en intensité avec l'augmentation de la self-induction. Ce sont les raies de l'air et les raies métalliques de haute température qu'on obtient seulement dans l'étincelle électrique comme raies *courtes*. Des types de cette classe sont le doublet du zinc et celui du cadmium; la raie 4481,4 A du magnésium, 4244,9 et 4386,6 A du plomb.

» *Deuxième classe.* — Les raies qui diminuent lentement et d'une manière continue avec l'augmentation de self-induction. Ces raies sont également visibles dans l'arc où elles apparaissent en général renversées ou nébuleuses. Comme types de cette classe, notons les deux triplets du magnésium : 5183,8 5172,9 5167,6 A et 3838,4 3832,5 3829,5 A.

» *Troisième classe.* — Les raies qui diminuent d'abord atteignent un minimum, puis augmentent considérablement en éclat, atteignent un maximum d'intensité pour diminuer de nouveau. Ces raies apparaissent dans l'étincelle ordinaire et dans l'arc. Dans l'arc elles sont très brillantes et en général très nettes. La plupart des raies des spectres du fer et du cobalt sont des exemples caractéristiques de cette classe.

» Je ferai remarquer encore que les raies appartenant aux séries de MM. Kayser et Runge appartiennent presque toutes à la deuxième classe, excepté celles du cuivre, qui appartiennent à la troisième classe.

» Les détails seront publiés ultérieurement. »

ÉLECTRICITÉ. — *Oscillations périodiques produites par la superposition d'un courant alternatif au courant continu dans un arc électrique.* Note de M. E. **Kœnig**, présentée par M. Marey.

« On sait, depuis quelques années, qu'un arc électrique produit par un courant continu entre charbons peut se comporter comme un téléphone. Aussitôt que les conducteurs des lampes sont exposés à des phénomènes d'induction par suite de conducteurs voisins, l'arc subit des modifications par suite desquelles il se produit un son plus ou moins accentué. Par des perfectionnements de dispositif on a pu arriver à une reproduction claire de la parole. En répétant les expériences l'auteur de ces lignes

a fait quelques recherches sur l'influence de la superposition de courants sinusoïdaux au courant continu sur la lumière de l'arc.

» Un transformateur à circuit fermé (de 3 kilowatts) était placé dans le circuit de la ville de 240 volts et 40 périodes. La bobine primaire avait 308 tours; la secondaire en avait 85 répartis en 5 bobines de 17 tours chacune, pouvant donner ainsi un voltage de 13, 26, 39, 52, 65 volts. On intercalait, dans un circuit à courant continu de 120 volts, une résistance métallique, une lampe à arc avec régulateur à main, et les 17 tours d'une bobine secondaire du transformateur. Aussitôt la superposition du courant alternatif, la lumière, jusque-là stable, montra des oscillations lumineuses périodiques *se suivant assez lentement pour être perceptibles à l'œil.*

» Tandis qu'en allongeant l'arc on entendait un son faible correspondant à 40 oscillations par seconde, la période d'oscillations de la lumière était de $\frac{1}{20}$ de seconde environ (estimée à l'aide de la méthode stroboscopique). En élevant l'intensité du courant périodique, les oscillations lumineuses devenaient plus fortes sans changer de fréquence. »

PHYSIQUE. — *Sur un appareil qui imite les effets des fontaines lumineuses.* Note de M. G. TROUVÉ, présentée par M. Lippmann.

« Cet appareil est destiné à imiter les effets des fontaines lumineuses; il fonctionne sans eau. Le liquide est remplacé par une masse de grains ou de balles solides (grains de riz, balles en celluloïd, etc.). Ces grains sont lancés sous forme de gerbes ascendantes par un jet d'air continu; ils retombent dans une vasque en étoffe sous laquelle est dissimulée la pompe centrifuge et le moteur qui l'actionne; ils sont ainsi ramenés dans le jet gazeux qui les relance. On obtient ainsi l'apparence d'un feu d'artifice indéfini. Un jeu de lampes électriques permet d'en faire varier l'aspect. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'hydrure de baryum.* Note de M. GÜNTZ, présentée par M. A. Haller.

« Dans son beau Travail sur les azotures des métaux alcalino-terreux, M. Maquenne, en chauffant l'amalgame de baryum dans un courant d'azote, obtint de l'azoture de baryum Ba^3Az^2, mélangé à un grand excès

d'amalgame, comme le montrent ses analyses ([1]), mais il ne put isoler le baryum.

» En étudiant les conditions de préparation de ce métal, sur les propriétés duquel je compte bientôt revenir, j'ai obtenu l'hydrure de baryum, composé nouveau dont l'existence avait été autrefois signalée par Winkler ([2]) en même temps que celle de l'hydrure de calcium.

» Lorsqu'on chauffe vers 1000°, dans un courant d'hydrogène, l'amalgame de baryum placé dans une nacelle en fer, ce composé perd une partie de son mercure en donnant une masse caverneuse, boursouflée, dont la cassure a l'éclat métallique et qui a été considérée jusqu'ici comme étant du baryum. Il n'y a pas encore sensiblement formation d'hydrure.

» En élevant au contraire la température vers 1200°, on obtient un produit fondu séparé nettement en deux couches, comme on peut le reconnaître à la cassure. La couche supérieure, d'aspect cristallin, est de l'hydrure de baryum; la couche inférieure, d'aspect métallique, est de l'amalgame de baryum non décomposé. On ne peut, à cette température, chasser facilement tout le mercure, à cause de la volatilité de l'hydrure; lorsqu'on chauffe trop longtemps, on ne retrouve plus rien dans la nacelle.

» Pour obtenir un produit sensiblement pur, il faut chauffer encore davantage, presque jusqu'à 1400°. On obtient alors, dans la nacelle de fer, un produit fondu, d'aspect grisâtre, à cassure cristalline, qui est l'hydrure de baryum.

» J'ai analysé ce produit en en décomposant par l'eau un poids connu, dans un nitromètre de Lunge. On mesure le volume de H dégagé dans la décomposition de l'eau; le baryum est dosé dans la solution, soit par titrage alcalimétrique, soit par la pesée du baryum à l'état de sulfate.

» Du poids du métal on déduit celui de l'hydrogène qu'il dégage en décomposant l'eau : en retranchant ce nombre du poids total de l'hydrogène dégagé, on a le poids d'hydrogène combiné au métal. J'ai trouvé ainsi :

		Théorie pour BaH^2.
Ba pour 100	96,32	98,56
H pour 100	1,30	1,44
Résidu insoluble	1,20	»

» On trouve toujours un nombre trop faible pour le baryum; cela tient

---

([1]) Maquenne, *Sur quelques propriétés des métaux alcalino-terreux* (*Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. VII, p. 369).

([2]) Winkler, *Sur la réduction des composés oxygénés par le magnésium* (*Berichte*, t. CCXXIV, p. 1977).

à ce que le produit donne souvent un petit résidu de mercure et de fer provenant de l'attaque de la nacelle, et renferme une faible quantité de $Ba(OH)^2$ qu'il est impossible d'éviter à cause de l'altérabilité, à l'air, de l'amalgame et de l'hydrure de baryum dans les diverses manipulations.

» D'ailleurs, on a bien affaire au composé BaH^2, car, si l'on calcule le rapport du nombre des atomes de Ba à celui de H, on trouve

$$\frac{Ba}{H} = 2.16; \text{ la théorie exige } 2.$$

Le baryum en excès est combiné, soit à l'oxygène, soit à une trace de mercure non volatilisé.

» L'hydrure de baryum ressemble par ses propriétés aux hydrures de lithium et de calcium. La stabilité de ce composé est remarquable. Chauffé en effet à 1400°, dans un courant d'hydrogène, il se volatilise lentement sans se décomposer, et ses vapeurs attaquent fortement le tube de porcelaine. Lorsqu'on examine ces vapeurs à travers un verre mince coloré à l'oxyde de cobalt, on voit nettement une vapeur verte au-dessus de la nacelle. Avec le baryum pur, la vapeur ne paraît pas colorée dans les mêmes conditions.

» L'hydrure a une densité 4,21 à 0°.

» Il fond vers 1200° et se vaporise déjà partiellement à cette température; il est décomposable par l'eau comme les hydrures de lithium et de calcium :

$$BaH^2 + H^2O = Ba(OH)^2 + 2H^2.$$

» Il est assez altérable à l'air humide et se recouvre rapidement d'une couche de $Ba(OH)^2$.

» Chauffé dans un courant d'azote, il est décomposé un peu au-dessus du rouge en donnant l'azoture Ba^3Az^2 :

$$3BaH^2 + 2Az = Ba^3Az^2 + 3H^2.$$

» Cette réaction permet d'avoir de l'azoture de baryum exempt de mercure, mais non de fer.

» En effet, chaque fois que l'on chauffe au rouge, dans un courant d'azote, soit $BaHg^n$, soit BaH^2, dans une nacelle en fer pour obtenir Ba^3Az^2, il se produit toujours une grande quantité d'azoture de fer Fe^3Az^2 isomorphe de Ba^3Az, car le produit fondu obtenu est homogène et très bien cristallisé.

» La proportion de Fe^3Az^2 semble croître avec la température de l'expérience; j'avais déjà constaté un phénomène semblable en produisant l'azoture de lithium dans des nacelles en fer ou en nickel; il se formait toujours des azotures de fer et de nickel décomposables par l'eau en donnant les oxydes correspondants et de l'ammoniaque. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'azote nitrique dans les eaux, au moyen du chlorure stanneux.* Note de M. **H. Henriet**, présentée par M. Carnot.

« Suivant MM. Edv. Divers et Tamem-Haga (¹), une solution acide de chlorure stanneux transforme l'acide azotique en hydroxylamine (seul produit tant que le chlorure stanneux est en excès), à la condition qu'il n'y ait pas assez d'eau en présence pour empêcher les acides chlorhydrique et azotique de réagir l'un sur l'autre.

» Nous avons repris l'étude de cette réaction et nous avons constaté qu'à l'ébullition l'azote se transforme *intégralement* en hydroxylamine et que le rendement est conforme à l'équation ci-dessous.

» La réaction doit se formuler ainsi :

$$3SnCl^2 + AzO^3K + 8HCl = 3SnCl^4 + AzH^2OHHCl + KCl + 2H^2O.$$

» Elle peut être utilisée pour le dosage des nitrates, si l'on y joint la suivante, destinée à doser le chlorure stanneux en excès :

$$SnCl^2 + 2I + 4HCl = SnCl^4 + 2IH.$$

» De ces équations il résulte que 6 atomes d'iode correspondent à 1 atome d'azote.

» Nous préparons les liqueurs suivantes :

» 1° *Chlorure stanneux.* — Dissoudre 14^{gr} d'étain pur dans HCl pur, puis faire 1^{lit} en ajoutant la quantité de HCl nécessaire; agiter et tranvaser dans un flacon que l'on remplit complètement. Ce flacon est fermé par un bouchon à deux trous dans lesquels passent : 1° un tube en relation avec un petit appareil producteur d'acide carbonique; 2° un siphon plongeant jusqu'au fond du flacon et réuni, par un caoutchouc muni d'une pince à vis, au tube abducteur d'une pipette de 10^{cc} à deux traits. La partie supérieure de cette pipette communique avec l'appareil à CO^2 et sa

(¹) *Chem. Soc.*, 1885, p. 623.

partie inférieure porte un caoutchouc terminé par un tube effilé et une pince de Mohr. Le chlorure stanneux est donc à l'abri de l'air. Laisser reposer vingt-quatre heures. Avoir soin, avant chaque prélèvement, d'agiter le flacon pour rendre la liqueur bien homogène et de rejeter les dix premiers centimètres cubes qui remplissent la pipette.

» 2° *Solution d'iode.* — Dissoudre 8^{gr} à 9^{gr} d'iode dans l'eau distillée additionnée de 20^{gr} d'iodure de potassium, puis compléter à 1^{lit}. Titrer ensuite à l'hyposulfite de sodium. On peut encore et plus simplement titrer l'iode à l'aide d'une solution connue de nitrate de potassium en opérant comme il est dit plus loin.

» Si x est le poids d'iode existant dans 1^{cc} de solution, la valeur en azote de ce centimètre cube sera : $\frac{14 \times x}{762}$.

» Voici maintenant le mode opératoire que nous suivons :

» Dans un ballon de 125^{cc}, introduire 50^{cc} d'eau à analyser, puis évaporer à sec au bain de sable (110°). L'opération terminée, verser dans le ballon refroidi 10^{cc} d'acide chlorhydrique pur, puis 10^{cc} de la solution de chlorure stanneux. Fermer ensuite le ballon avec un bouchon de caoutchouc percé d'un trou dans lequel passe un tube de verre de 10^{cm} de longueur environ, auquel est fixé extérieurement un tube de caoutchouc de même longueur. Placer ensuite, immédiatement après l'adjonction de chlorure stanneux, le ballon sous une hotte tirant bien et porter le liquide à l'ébullition, qui doit durer dix minutes. Parallèlement, opérer de même avec un ballon ne contenant pas de nitrate et dont le but est de fournir une lecture repère.

» L'ébullition terminée, pincer le tube de caoutchouc avec le doigt pour éviter toute rentrée d'air, puis introduire dans ce caoutchouc un tube de verre communiquant avec un appareil producteur de CO^2; placer alors le ballon sur un support et laisser refroidir dans une atmosphère de CO^2. Répéter la même opération avec le ballon repère.

» (Si l'on a eu soin de disposer une petite rampe métallique permettant de brancher plusieurs ballons sur l'appareil à CO^2, on pourra, avec un seul repère, faire autant de dosages qu'on voudra.)

» Avant de faire la lecture, ajouter au contenu du ballon 10^{cc} d'eau distillée, puis quelques gouttes d'empois d'amidon. Verser ensuite, avec une burette graduée, la solution d'iode jusqu'à coloration bleue persistante.

» Si n est le nombre de centimètres cubes de solution d'iode exigé par le repère, et n' celui qu'exige l'essai, le nombre de milligrammes d'azote

nitrique par litre d'eau sera (a étant la valeur en azote de 1^{cc} d'iode) :

$$x = \frac{(n - n') \times a \times 1000}{50}.$$

» Les diverses opérations s'exécutent très vite (les eaux étant évaporées à sec) et l'on peut facilement effectuer 6 dosages en une heure. Les eaux, même très colorées, donnent toujours un virage net.

» Voici quelques résultats obtenus avec des liqueurs titrées de nitrate de potassium.

			Dans la prise d'essai.		Par litre d'eau.		
Solutions.	Lectures.	Différences.	Az calculé.	Az trouvé.	Az calculé.	Az trouvé.	Écarts.
	cc	cc	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr
I......	31,40	0,80	0,14	0,135	2,8	2,7	—0,1
II.....	28,10	4,10	0,70	0,693	14,0	13,9	—0,1
III....	24,00	8,20	1,40	1,386	28,0	27,7	—0,3
IV....	15,90	16,30	2,80	2,755	56,0	55,1	—0,9
V.....	7,80	24,40	4,20	4,124	84,0	82,5	—1,5

Repère = $32^{cc},20$. — 1^{cc} d'iode = $0^{mgr},169$ Az.

» Les différences sont dues à des pertes d'acide nitrique qui se produisent au moment où l'on ajoute HCl, ainsi que nous l'avons vérifié. Ces pertes sont d'autant plus grandes que l'essai contient plus de nitrate. Il y a donc avantage à ce que la prise d'essai ne contienne pas plus de $1^{mgr},5$ d'azote environ.

» Les matières organiques, de quelque nature qu'elles soient, n'ont aucune influence sur l'exactitude des résultats. Seuls, les sels de fer, qui sont des oxydants qu'on rencontre parfois dans les eaux en même temps que les nitrates, peuvent jeter une perturbation dans les résultats; on les élimine facilement au moyen de l'ammoniaque avant d'évaporer les eaux.

» Le procédé au chlorure stanneux comparé au procédé rapide de M. Schlœsing nous a donné des chiffres presque toujours comparables. Les plus grands écarts ont été de $-1^{mgr},1$ et $+1^{mgr},5$ d'azote nitrique par litre d'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de divers alcools sur quelques acétals d'alcools monovalents.* Note de M. **Marcel Delépine.**

« Dans de précédentes Notes que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai indiqué les divers résultats auxquels m'a conduit l'étude des

acétals dérivés du méthanal et de l'éthanal. Il ressort assez nettement des recherches thermochimiques (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 684, 745) que les acétals d'alcools monovalents sont engendrés suivant une réaction qui dégage une quantité de chaleur paraissant s'accentuer avec le poids moléculaire de l'alcool, tandis que pour les acétals d'alcools plurivalents cette quantité augmente sûrement. D'un autre côté (t. CXXII, p. 331), j'ai établi que cette réaction est limitée et que sa vitesse est considérablement accrue par la chaleur et la présence d'un peu d'acide chlorhydrique. Cet ensemble de faits conduit à supposer que, si l'on oppose à un acétal un alcool autre que celui qui le constitue, il pourra y avoir déplacement, plus ou moins complet de l'alcool de l'acétal initial, et qu'on pourra activer ce déplacement par la chaleur et la présence d'acide chlorhydrique. A part l'introduction d'un agent d'accélération, ce phénomène serait en quelque sorte comparable à l'action d'une base sur un sel. On sait que dans ces circonstances il y a un partage plus ou moins avancé, régi par la chaleur dégagée.

» On peut aussi supposer que l'eau et l'acide décomposent un peu de l'acétal primitif et que l'aldéhyde s'unit à l'alcool présent dans les limites compatibles avec les conditions expérimentales; l'eau régénérée recommence les réactions, jusqu'à ce que l'équilibre s'ensuive entre l'aldéhyde et les deux alcools qui le sollicitent.

» J'ai fait toute une série de réactions de cet ordre avec les acétals et les résultats ont été très concluants. Dans la plupart des expériences qui suivent, il suffit de chauffer les matériaux, le plus souvent en vase ouvert au réfrigérant ascendant, pendant un temps assez court pour atteindre l'équilibre, et cela grâce à l'addition d'une ou deux gouttes d'acide chlorhydrique pur des laboratoires pour 15^{gr} à 20^{gr} de matière.

» Le méthylal chauffé avec l'alcool amylique, ou le formal diamylique avec l'alcool méthylique, conduisent aux mêmes produits; la distillation du mélange ayant réagi fournit du méthylal, de l'alcool méthylique, de l'alcool amylique, du formal mixte (résultant d'une substitution partielle) et du formal diamylique. Bref, on a l'ensemble des réactions :

$$CH^2(OCH^3)^2 + 2C^5H^{11}OH \rightleftarrows CH^2(OC^5H^{11})^2 + 2CH^3OH,$$
$$CH^2(OCH^3)^2 + C^5H^{11}OH \rightleftarrows CH^2(OCH^3)(OC^5H^{11}) + CH^3OH,$$
$$CH^2(OC^5H^{11})^2 + CH^3OH \rightleftarrows CH^2(OCH^3)(OC^5H^{11}) + C^5H^{11}OH.$$

» Il en est semblablement avec l'alcool éthylique et le diamyformal, l'alcool méthylique et le dipropylformal, l'alcool propylique et le méthylal. Les cinq corps possibles

se produisent; il est assez difficile de les séparer; toutefois, les composés à poids moléculaire élevé paraissent prédominer.

» Quand on oppose les alcools méthylique et butylique au chloracétal diéthylique on a, dans le premier cas, un mélange de trois chloracétals où le composé mixte l'emporte; dans le second cas, le composé $CH^2Cl - CH\langle^{OC^2H^5}_{OC^4H^9}$ constitue presque tout le produit de la réaction, lequel passe à 190°-195°; on ne retrouve presque pas de chloracétal (ébull. 158°).

» Si au lieu d'un alcool on oppose au méthylal, à l'acétal et au chloracétal (éthyliques) un phénol, tel que le β-naphtol, les phénomènes se compliquent en vertu de réactions nouvelles, consécutives, de l'ordre de celles que je rappelais récemment à propos de la chaleur de formation plus grande du dynaphtylolméthane, comparée à celle du formal isomère (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 777). Avec le méthylal, on obtient le β-dinaphtylolmétane $CH^2(C^{10}H^6OH)^2$ fusible à 194° (à chaud et à froid); avec l'acétal, non le dinaphtylol, mais l'anhydride $CH^3 - CH\langle^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle O$, fusible à 174°, ainsi qu'un peu d'un corps fusible à 201° et considéré par Claisen comme l'acétal $CH^3 - CH(OC^{10}H^7)^2$; avec le chloracétal, le produit $CH^2Cl - CH\langle^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle O$, fusible à 173°-174°, se forme principalement.

» Avec les alcools plurivalents, les faits suivants s'observent :

» Le glycol chasse à peu près entièrement l'alcool du chloracétal diéthylique, en donnant le composé $CH^2Cl - CH\langle^{O - CH^2}_{O - CH^2}$, bouillant à 156-157°; il agit de même sur le chloracétal éthylbutylique.

» La pinacone donne une réaction presque intégrale avec le chloracétal; une moins complète, quoique très avancée, avec l'acétal, enfin une peu avancée avec le méthylal. On peut ainsi préparer les chloracétal, acétal et formal de la pinacone, liquides bouillant respectivement à 191°-192°, 134° et 124°-125°, et non encore préparés.

» La glycérine donne avec le méthylal, l'acétal et le chloracétal un déplacement presque complet de l'alcool monovalent. La réaction a lieu molécule à molécule et fournit des composés encore une fois alcool. Le formal et l'acétal de la glycérine avaient été déjà préparés autrement; le chloracétal bout à 235°-240°.

» L'érythrite fournit avec l'acétal, non seulement le diacétal, fusible à 95°, dont j'ai déjà donné la préparation, mais aussi un peu de monoacétal, $C^4H^8O^4(C^2H^4)$, fusible à 102°; avec le chloracétal, on a un dichloracétal $C^4H^6O^4(C^2H^3Cl)^2$, fusible à 101°-103°.

» La mannite donne des réactions plus compliquées; à cause de son peu de solubilité, elle réagit lentement et se change partiellement en mannitane. Néanmoins avec l'acétal, on retrouve facilement la mannite triacétal, fusible à 171°-173°, et avec le chloracétal de la mannite dichloracétal, $C^6H^{10}O^6(C^2H^3Cl)^2$, fusible à 135°; dans les deux cas, il se forme d'autres produits vraisemblablement dérivés de la mannitane.

» Telles sont les réactions que j'ai effectuées; on trouvera ailleurs le détail des préparations et la description plus complète des composés obte-

nus, dont beaucoup sont nouveaux. Le grand nombre de circonstances où elles ont réussi vient corroborer heureusement les inductions thermochimiques et conduit, en quelque sorte, à un nouveau mode de production de certains acétals. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur trois nouveaux alcaloïdes du tabac.* Note de MM. **Amé Pictet** et **A. Rotschy**, présentée par M. A. Haller.

« Bien que le tabac ait été l'objet de recherches très nombreuses relativement à sa composition chimique, on n'en a retiré, jusqu'ici, à l'état de pureté, qu'un seul alcaloïde, la nicotine. M. A. Gautier a, il est vrai, annoncé il y a une dizaine d'années ([1]) qu'il avait constaté, dans un échantillon de tabac du Lot, la présence d'autres bases organiques; mais il s'est borné à signaler le fait sans entrer dans plus de détails sur ces corps et, depuis lors, aucune nouvelle publication de sa part n'est venue, à notre connaissance du moins, compléter sa première observation et indiquer qu'il eût poursuivi ses recherches à ce sujet.

» Ayant eu à préparer une certaine quantité de nicotine, nous en avons profité pour reprendre cette étude.

» Nous avons retiré du tabac (du Kentucky) trois nouveaux alcaloïdes. Deux d'entre eux se distinguent de la nicotine par leur très faible volatilité avec l'eau ; ils peuvent être extraits par l'éther ou par le chloroforme des jus de tabac, après que ceux-ci ont été entièrement débarrassés de la nicotine par distillation aux vapeurs d'eau. En soumettant le produit de cette extraction à une série de distillations fractionnées, nous sommes arrivés à séparer deux fractions bien définies, l'une bouillant à 266°-268°; l'autre, plus petite, passant entre 300° et 310°; cette dernière se solidifie en partie par refroidissement.

» La première fraction renferme un alcaloïde liquide de formule $C^{10}H^{12}Az^2$ (C 74,67; H 7,73; Az 17,67 pour 100) que nous avons nommé *nicotéine*.

» Il est soluble en toutes proportions dans l'eau et dans les principaux dissolvants organiques. Son odeur est agréable et rappelle le persil; sa saveur est brûlante et très amère. Sa densité à 12° est 1,0778. Sa solution aqueuse a une réaction très alcaline.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 992, et *Bulletin de la Société chimique*, 3e période, t. VII, p. 468.

L'analyse de ses sels et de son iodométhylate montre qu'il constitue, comme la nicotine, une base diacide et bitertiaire.

» La nicotéine dévie à gauche le plan de polarisation ($[\alpha]_D = -46°,41$); les sels sont lévogyres comme la base elle-même ($[\alpha]_D = -8°,27$ pour la solution chlorhydrique contenant $0,6774^{gr}$ du dichlorhydrate dans 10^{cc}). Il y a là une différence remarquable avec la nicotine qui est, comme on sait, lévogyre à l'état de base libre, mais dextrogyre en solution acide.

» L'alcaloïde solide existant dans la fraction 300°-310° forme, après cristallisation dans l'alcool faible, de petites aiguilles prismatiques, fusibles à 147°-148°. Nous lui avons donné le nom de *nicotelline*.

» Sa composition paraît répondre à la formule $C^{10}H^8Az^2$ (C 77,38; H 5,02; Az 17,68 pour 100). Il est peu soluble dans l'eau et dans l'éther, mais se dissout très aisément dans l'alcool, le benzène et le chloroforme. Sa saveur est peu prononcée, poivrée, mais non amère; sa réaction est neutre. Il fournit des sels bien cristallisés, entre autres un bichromate très peu soluble, ce qui le distingue des autres alcaloïdes du tabac.

» Nous avons enfin trouvé un troisième alcaloïde dans la nicotine brute obtenue par entraînement au moyen des vapeurs d'eau. On peut l'isoler en mettant à profit ses propriétés de base secondaire. En traitant le mélange par l'acide nitreux et en distillant le produit dans le vide, nous avons obtenu une petite quantité d'une nitrosamine huileuse, dont nous avons retiré la base par ébullition avec l'acide chlorhydrique.

» Pour celle-ci, nous avons adopté le nom de *nicotimine*.

» C'est un isomère de la nicotine. Son analyse conduit à la formule $C^{10}H^{14}Az^2$ (C 74,16; H 8,71; Az 17,34 pour 100). Elle se distingue nettement de la nicotine par son odeur, qui est beaucoup plus âcre et pénétrante, par son point d'ébullition (250°-255°), de quelques degrés plus élevé, par les propriétés de sels, et surtout par le fait qu'elle donne toutes les réactions caractéristiques des bases secondaires (dérivés nitrosé, benzoylé, etc.).

» La proportion des nouveaux alcaloïdes dans le tabac est très faible par rapport à celle de la nicotine. On peut l'exprimer approximativement par les chiffres suivants :

Nicotine	1000
Nicotéine	20
Nicotimine	5
Nicotelline	1

» Les propriétés physiologiques de ces corps sont à l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la phénylhydrazine et de l'hydrazine sur les deux butyrylacétylacétates de méthyle isomères*. Note de M. **Bongert**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note récente, j'ai, avec M. Bouveault, démontré que par l'action du chlorure de butyryle sur l'éther acétoacétique sodé l'on obtient deux isomères les *c*- et *o*-butyrylacétylacétate de méthyle; j'ai indiqué également le moyen de les séparer et leurs dédoublements sous l'action de l'eau et des alcalis. Pour compléter cette étude je donne, dans cette Note, les résultats de l'action de l'hydrazine et de la phénylhydrazine sur ces deux isomères.

» *Action de la phénylhydrazine*. — Sur le *c*-butyrylacétylacétate de méthyle la phénylhydrazine agit à peu près dans le même sens que l'ammoniaque.

» Si, à du *c*-butyrylacétylacétate de méthyle dissous dans cinq fois son poids d'éther anhydre, on ajoute de la phénylhydrazine, il ne semble tout d'abord rien se produire, mais peu à peu l'éther s'échauffe sans cependant bouillir et, au bout de deux heures, on constate un dépôt de belles lamelles blanches d'acétylphénylhydrazide fondant à 126°-127°, très soluble dans l'éther ordinaire et dans l'eau, beaucoup moins dans l'éther anhydre.

» Des eaux mères j'ai pu extraire d'autres cristaux blancs fondant à 108°, distillables dans le vide, sous 10^{mm}, dans les environs de 200°. Ce nouveau produit, soluble dans l'éther et les autres dissolvants neutres, sauf l'éther de pétrole, n'est autre que la *propylphénylpyrazolone*, $C^{12}H^{14}Az^2O$.

» J'ai pu extraire également de ces eaux mères de petites aiguilles blanches fondant à 346°, en se décomposant; insolubles dans les dissolvants neutres, solubles seulement dans l'acide acétique cristallisable bouillant, très solubles dans les acides minéraux étendus et les alcalis étendus.

» Ce nouveau corps possède la formule brute

$$C^{12}H^{13}Az^2O$$

et ne diffère de celle de la pyrazolone correspondante que par un atome d'hydrogène en moins; ce qui indique que sa formule doit être doublée et que j'ai entre les mains une *bispyrazolone*.

» Cette induction a été vérifiée par la transformation de ce corps, au moyen du perchlorure de fer, en un magnifique bleu de pyrazol, soluble dans le chloroforme et insoluble dans l'alcool.

» Si l'on opère dans les mêmes conditions que précédemment avec

l'σ-butyrylacétylacétate de méthyle, on obtient de belles lamelles soyeuses de *butyrylphénylhydrazide*, fondant à 102°, très soluble dans l'éther et l'alcool.

» Des eaux mères j'ai extrait aussi des cristaux de *méthylphénylpyrazolone*, fondant à 125°, soluble dans l'éther, très soluble dans l'alcool, les acides étendus et les alcalis étendus.

» La réaction est alors la suivante :

$$\begin{array}{l} CH^3 - \underset{\displaystyle |\atop OCOC^3H^7}{C} = CH - CO^2CH^3 + 2C^6H^5AzHAzH^2 \\ \qquad = CH^3 - \underset{}{\overset{Az \swarrow AzC^6H^5 \searrow CO}{C = \quad - CH^2}} + C^3H^7 - \overset{C^6H^5 - AzH - AzH}{CO} + CH^3OH. \end{array}$$

» *Action de l'hydrazine.* — Avec le c-butyrylacétylacétate de méthyle, l'hydrazine agit tout différemment de la phénylhydrazine et de l'ammoniaque.

» Si l'on mélange molécules égales d'hydrazine en solution alcoolique avec le c-butyrylacétylacétate de méthyle, on obtient, après départ de l'alcool, une huile visqueuse distillant à 179° sous 10^{mm} et qui n'est autre, d'après l'analyse, que le *propylméthylpyrazolcarbonate de méthyle*

$$CH^3 - CO - \underset{\displaystyle |\atop COC^3H^7}{CH} - CO^2CH^3 + \underset{\displaystyle |\atop AzH^2}{AzH^2} = CH^3 - \underset{\displaystyle \|\atop Az}{C} \!-\!-\!-\! \underset{\displaystyle \|\atop C - C^3H^7}{C} - CO^2CH^3. \quad (Az \searrow AzH \swarrow C)$$

» Un corps analogue à ce dernier a été obtenu par M. Knorr par l'action de l'hydrazine sur le diacétylacétate d'éthyle (*Lieb. Ann.*, t. CCLXXIX, p. 237). Ce propylméthylpyrazolcarbonate de méthyle, mis en contact avec l'acide chlorhydrique, fournit un chlorhydrate cristallisé, facilement décomposable par l'eau chaude et à froid par les carbonates alcalins.

» Le même corps bouilli avec une solution de potasse à 20 pour 100 s'y dissout intégralement. Si l'on acidifie après refroidissement par l'acide acétique, il se dépose l'acide propylméthylpyrazolcarbonique, petits cristaux blancs fondant à 226°, insolubles dans l'éther de pétrole, solubles

dans l'éther, très solubles dans l'alcool

$$
\begin{array}{l}
CH^3C - C - CO^2CH^3 + H^2O = CH^3 - C - C - CO^2H + CH^3OH. \\
\quad\ \ \| \quad\ \ \| \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad \| \quad\ \ \| \\
\quad\ Az \quad C - C^3H^7 \qquad\qquad\qquad\qquad\ Az \quad C - C^3H^7 \\
\qquad \diagdown\ \diagup \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad \diagdown\ \diagup \\
\qquad AzH \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\ AzH
\end{array}
$$

Cet acide chauffé au-dessus de son point de fusion se décompose, en bouillonnant, en donnant de l'acide carbonique et une huile d'odeur forte qui constitue vraisemblablement le pyrazol correspondant que je me promets d'étudier plus tard.

» Avec l'*o*-butyrylacétylacétate de méthyle la réaction est tout autre.

» Si à une solution d'*o*-butyrylacétylacétate de méthyle dans l'éther anhydre on verse par petites portions de l'hydrate d'hydrazine, en ayant soin d'agiter constamment, on voit se déposer, en même temps que la température s'élève un peu, de beaux cristaux blancs de *méthylpyrazolone* fondant à 215°-216°.

» Après essorage des cristaux et évaporation de l'éther, la solution aqueuse est distillée dans le vide; il passe d'abord de l'eau, puis à 120°, sous 10^{mm}, un liquide incolore cristallisant immédiatement après refroidissement en de belles aiguilles blanches assez hygroscopiques.

» Ce composé constitue la butyrylhydrazide.

» Cette butyrylhydrazide se combine très facilement avec les aldéhydes et les cétones pour donner des butyrylhydrazones.

» Ainsi sa solution aqueuse agitée avec de l'aldéhyde benzoïque en présence d'un peu d'alcali donne la benzylidènebutyrylhydrazide, longues aiguilles soyeuses fondant à 96°.

$$C^3H^7 - CO\,AzH\,Az = CH - C^6H^5.$$

» D'autre part la butyrylhydrazide dissoute dans l'acétone fournit par évaporation des cristaux blancs fondant à 83°, très solubles dans l'acétone, l'éther, l'alcool et l'eau, moins dans l'éther anhydre, presque insolubles dans l'éther de pétrole, qui constituent la butyrylhydrazone de l'acétone.

» Je suis donc amené à représenter la réaction de l'hydrazine par l'équation suivante :

$$
\begin{array}{l}
CH^3 - C = CH - CO^2CH^3 + 2AzH^2 \\
\qquad\ \ | \qquad\qquad\qquad\qquad\quad\ \ | \\
\qquad OCOC^3H^7 \qquad\qquad\quad AzH^2 \\
\qquad\qquad AzH \\
\qquad\quad\ \diagup\ \diagdown \\
\qquad\quad Az \quad CO \\
\qquad\quad\ \| \qquad | \\
= CH^3 - C - CH^2 + C^3H^7 - CO\,AzH\,AzH^2 + CH^3OH.
\end{array}
$$ »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide paraoxyhydratropique.* Note de M. J. **Bougault**, présentée par M. A. Haller.

« L'acide paraoxyhydratropique, $OH - \underset{(1)}{C^6}H^4_{(4)} - CH\begin{matrix} \diagup CO^2H \\ \diagdown CH^3 \end{matrix}$, est isomère de l'acide parahydrocoumarique $OH - \underset{(1)}{C^6}H^4_{(4)} - CH^2 - CH^2 - CO^2H$, et par suite de l'acide phlorétique, ces deux derniers étant identiques, comme je l'ai montré [1].

» Il a été obtenu, pour la première fois, à partir de l'acide atropique, par M. Trinius [2], qui croyait faire ainsi la synthèse de l'acide phlorétique. En reprenant ce travail, j'ai montré [3] que les conclusions de M. Trinius, incompatibles avec l'identité de l'acide phlorétique et de l'acide parahydrocoumarique, sont en effet inexactes : l'acide paraoxyhydratropique est isomère, mais différent de l'acide phlorétique. On trouvera plus loin de nombreux caractères différentiels de ces deux acides.

» L'acide paraoxyhydratropique s'obtient facilement en déméthylant son éther, $CH^3O - \underset{(1)}{C^6}H^4_{(4)} - CH\begin{matrix} \diagup CO^2H \\ \diagdown CH^3 \end{matrix}$, dont j'ai indiqué antérieurement la préparation à partir de l'anéthol [4].

» *Préparation.* — On mélange :

	gr
Acide iodhydrique, D = 1,50	80
Iode	40
Phosphore rouge	8
Acide paraméthoxyhydratropique	20

» On chauffe doucement au bain-marie pendant trois quarts d'heure environ. On ajoute alors 100^{cc} d'eau bouillante et l'on filtre aussitôt pour séparer l'excès de phosphore. La solution filtrée est reçue dans une ampoule à décantation, et, lorsqu'elle est suffisamment refroidie, on y ajoute 75^{cc} d'éther. On agite; la liqueur, primitivement peu colorée, se colore en jaune brun par suite d'une mise en liberté d'iode, et cette coloration se localise surtout dans la couche éthérée. On lave cette dernière, d'abord avec 30^{cc} d'eau distillée, puis avec 15^{cc} d'eau contenant un peu de bisulfite de soude.

(1) *Comptes rendus,* t. CXXX; 2 juillet 1900.
(2) *Liebig's Annalen,* t. CCXXVII, p. 262; 1885.
(3) *Bull. Soc. Chim.* 3e série, t. XXIII, p. 764; 1900.
(4) *Comptes rendus,* t. CXXX; 25 juin 1900.

» L'éther, devenu incolore, est alors décanté et évaporé; il laisse comme résidu l'acide paraoxhydratropique, qu'on achève de purifier en le dissolvant dans cinq fois son poids d'eau chaude et laissant cristalliser.

» Les eaux mères acides de la préparation et les eaux de lavage contiennent encore une notable proportion d'acide paraoxhydratropique; on répète les épuisements à l'éther autant qu'il est nécessaire.

» *Propriétés.* — L'acide paraoxyhydratropique cristallise anhydre en prismes incolores, un peu solubles dans l'eau froide ($2^{gr},50$ pour 100 environ, à $t = 12°$), très solubles dans l'eau bouillante, l'alcool, l'éther, très peu solubles dans le chloroforme, la benzine et l'éther de pétrole.

» Il fond à 130°.

» Son poids moléculaire déterminé par la cryoscopie a été trouvé égal à 164,5 (chiffre théorique, 166).

» Il est inactif sur la lumière polarisée lorsqu'il a été obtenu avec l'acide paraméthoxyhydratropique inactif. Mais il est dédoublable en ses isomères actifs au moyen de la morphine, qui donne des sels inégalement solubles dans l'eau : le sel de l'acide gauche est le moins soluble. J'ai pu obtenir ainsi, après de nombreuses cristallisations, une petite quantité de cet acide gauche, et ai trouvé son pouvoir rotatoire, en solution aqueuse à 2 pour 100, voisin de $\alpha_D = -71°$ [1].

» Sa solution aqueuse, saturée à froid, précipite par l'acétate n. de plomb et par l'azotate mercureux; elle ne précipite pas par l'azotate d'argent. Elle donne avec le perchlorure de fer une coloration vert bleuâtre qui, par addition de soude, devient rouge brun foncé. Le suc du *Russula delica* Fries l'oxyde en produisant une coloration rouge analogue à celle que donne la tyrosine, mais ne devenant pas noire, comme avec cette dernière (l'acide parahydrocoumarique se comporte de même).

» Une solution aqueuse du sel de soude à 1 pour 100 précipite en jaune brun par le perchlorure de fer; un excès redissout le précipité. Elle précipite abondamment par l'acétate de plomb et l'azotate mercureux, et légèrement par l'azotate d'argent.

» Une solution du sel de soude à 1 pour 100 précipite, en outre, par le sulfate de cuivre.

» Les sels de sodium, de potassium, de baryum, de calcium, de zinc, de magnésie sont très solubles.

---

[1] Ce chiffre n'est qu'approximatif, les quantités sur lesquelles j'ai opéré étant très faibles.

» Les éthers-oxydes éthylique et méthylique, les dérivés bibromés et biiodés se préparent par les méthodes indiquées pour les composés correspondants de l'acide isomère (acide hydroparacoumarique ou phlorétique) (¹).

» Je rassemble en un Tableau les points de fusion des dérivés correspondants des deux acides isomères.

	Acide phlorétique ou hydroparacoumarique.	Acide paraoxyhydratropique.
L'acide....................	fond à 128°	130°
L'acide bibromé..........	» 109	115
L'acide biiodé............	» 162	149
L'éther méthylique........	» 101	57
L'éther éthylique..........	» 104	68

» En outre des différences indiquées dans le Tableau précédent, il faut noter aussi la différence de solubilité des sels de zinc. Le sel de zinc de l'acide hydroparacoumarique est soluble dans seulement cent trente fois son poids d'eau froide; celui de l'acide paraoxyhydratropique se dissout dans moins de dix fois son poids du même liquide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles réactions des dérivés organométalliques* (III). *Éthers β-cétoniques non substitués.* Note de M. E.-E. BLAISE, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note précédente, j'ai montré que les nitriles se condensent avec les éthers des acides gras bromés, en présence du zinc, pour fournir des éthers β-cétoniques substitués en α. Le bromacétate d'éthyle, qui conduirait dans les mêmes conditions aux éthers non substitués, fournit en réalité des produits de condensation plus avancée sur la constitution desquels je reviendrai plus tard. Cependant, les éthers β-cétoniques non substitués peuvent être obtenus par une méthode différente reposant sur l'action des dérivés éthéro-organomagnésiens sur le cyanacétate d'éthyle. La réaction s'effectue en deux phases; dans la première, on obtient un dérivé iodomagnésien de l'éther cyané, avec formation d'un carbure saturé :

$$CH^3 - CH^2 - MgI.(C^2H^5)^2O + CAz - CH^2 - CO^2C^2H^5$$
$$= CH^3 - CH^3 + CAz - CH\begin{cases} MgI(C^2H^5)^2O \\ CO^2C^2H^5 \end{cases}$$

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXX; 2 juillet 1900.

et, dans la seconde, la condensation s'effectue entre la fonction nitrile et une seconde molécule du dérivé éthéro-organomagnésien

$$CAz - CH\begin{cases} MgI(C^2H^5)^2O \\ CO^2C^2H^5 \end{cases} + CH^3 - CH^2 - MgI(C^2H^5)^2O$$

$$= CH^3 - CH^2 - C\begin{cases} \!\!= Az - MgI(C^2H^5)^2O \\ - CH\begin{cases} MgI(C^2H^5)^2O. \\ CO^2C^2H^5 \end{cases} \end{cases}$$

En décomposant ce dernier dérivé par l'eau, on obtient l'éther β-cétonique

$$CH^3 - CH^2 - CO - CH^2 - CO^2C^2H^5.$$

» C'est là une méthode générale de synthèse des éthers β-cétoniques non substitués acycliques; la seule qu'on connût jusqu'ici a été indiquée récemment par M. Bouveault. Quant aux éthers β-cétoniques à noyau cyclique, on peut les obtenir, comme on sait, par les méthodes de M. Claisen et de M. Haller.

» J'ai préparé, en suivant la méthode que j'indique, le propionyl- et le butyrylacétate d'éthyle; le premier de ces corps est séparé du produit de la réaction au moyen du bisulfite de sodium, et le second, par transformation en dérivé magnésien.

» Ces éthers sont liquides et donnent avec le perchlorure de fer une coloration rouge. Le bisulfite se combine encore à l'éther propionylacétique, mais il ne réagit plus sur le butyrylacétate d'éthyle. Par contre, ce dernier fournit facilement un dérivé magnésien qui cristallise en aiguilles dans l'alcool méthylique et fond à 156°-157°.

» Tandis que l'éther acétylacétique donne avec la semi-carbazide une véritable semicarbazone, ses homologues fournissent avec ce réactif des carbamylpyrazolones

$$CH^3 - CH^2 - CO - CH^2 - CO^2C^2H^5 + AzH^2 - CO - AzH - AzH^2$$

$$= H^2O + C^2H^5OH + CH^3 - CH^2 - \underset{\underset{Az}{\|}}{C} \text{———} \underset{\underset{CO}{|}}{CH^2}$$

$$\qquad\qquad\qquad\qquad \diagdown\;\diagup$$

$$\qquad\qquad\qquad\qquad Az - COAzH^2.$$

» Celles-ci sont colorées en bleu très intense par le perchlorure de fer en solution alcoolique.

» La phénylhydrazine donne avec le propionyl- et le butyrylacétate d'éthyle les pyrazolones correspondantes; mais si l'on emploie un excès de phénylhydrazine, on obtient des bis-pyrazolones qu'on peut faire cristalliser facilement dans l'acide formique, par addition d'alcool.

» Ces bis-pyrazolones sont caractérisées par leur grande oxydabilité; leur oxydation

fournit les bleus de pyrazol correspondants, qu'on obtient aisément en oxydant les bis-pyrazolones en solution alcaline, au moyen du ferricyanure de potassium.

```
C²H⁵ — C ——— CH — CH ——— C — C²H⁵                 C²H⁵ — C ——— C = C ——— C — C²H⁵
       ‖       |     |      ‖                               ‖      |   |      ‖
       Az     CO    CO     Az                               Az    CO  CO     Az
         \   /        \   /        + O = H²O +                \   /      \   /
          Az           Az                                      Az         Az
          |            |                                       |          |
         C⁶H⁵         C⁶H⁵                                    C⁶H⁵       C⁶H⁵
```

» Le propionylacétate d'éthyle bout à 91°-92° sous 17^{mm} et à 191° à la pression atmosphérique. La carbamylpyrazolone correspondante, chauffée lentement, se décompose peu à peu et fond à 172°; mais son point de fusion réel est de 197°. L'éthylphénylpyrazolone cristallise à 100°; le perchlorure de fer colore sa solution alcoolique en rouge. La bis-éthylphénylpyrazolone fond à 335°; oxydée, elle donne le bleu correspondant, se déposant de sa solution acétique en petits cristaux brun noir, fusibles à 234°, mais se décomposant avant cette température par chauffage lent.

» Le butyrylacétate d'éthyle bout à 104° sous 22^{mm}. La carbamylpyrazolone qui en dérive fond à 189° et sa phénylpyrazolone à 109°-110°. La bis-pyrazolone ne fond qu'au-dessus de 335°, et le bleu qu'on obtient en l'oxydant cristallise dans l'éther acétique en aiguilles bleu noir; il fond à 191°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle base dérivée du glucose.* Note de MM. L. **Maquenne** et E. **Roux**, présentée par M. Haller.

« Parmi les bases dérivées des sucres qui ne renferment ni fonction aldéhydique, ni fonction cétonique, on ne connaît encore que la dioxypropylamine $CH^2OH - CHOH - CH^2(AzH^2)$, qui se forme lorsqu'on traite le glycide par l'ammoniaque [1] et son isomère l'*amino-2-propanediol* $(CH^2OH)^2CH(AzH^2)$, que Piloty et Ruff ont obtenu en réduisant la dioxyacétoxime de synthèse par l'amalgame de sodium [2].

» En essayant d'appliquer cette dernière réaction aux homologues supérieurs du glycérose, nous avons reconnu qu'elle se produit également bien dans la famille des hexoses ou dans celle des pentoses et que, par conséquent, elle présente chez les sucres réducteurs le même caractère de généralité que chez les aldéhydes ou les acétones à fonction simple.

» On obtient ainsi, en partant des oximes d'aldoses $C^nH^{2n}O^n$, toute une série de bases primaires, de la forme $C^nH^{n+2}(OH)^{n-1}(AzH^2)$, qui ne con-

(1) *Ber. der Deutsch. chem. Ges.*, t. XXXII, p. 752.

(2) *Ibid.*, t. XXX, p. 1656.

tiennent plus, à côté de la fonction d'amine, que celle de polyalcool et, par conséquent, doivent être envisagées comme dérivant des sucres non réducteurs $C^nH^{n+2}(OH)^n$. Elles diffèrent des produits de réduction des phénylosazones et des combinaisons ammoniacales décrites par Lobry de Bruyn et Franchimont, en ce qu'elles renferment 2 atomes d'hydrogène en excès; elles s'en distinguent pratiquement par leur plus grande stabilité et l'absence de toute action sur les liqueurs cupropotassiques.

» Nous ne décrirons ici que la base dérivée du glucose ordinaire, qui est en quelque sorte le type de cette nouvelle classe de composés, et, pour la différencier des glucosamines de Ledderhose ou de Lobry de Bruyn, ainsi que de l'isoglucosamine de Fischer, nous la désignerons par la suite sous le nom de *glucamine*.

» Pour préparer la glucamine on réduit la glucosoxime, en solution aqueuse au dixième, par 60 parties environ d'amalgame de sodium à 3 pour 100. La liqueur doit être, comme d'habitude, neutralisée par l'acide sulfurique, au fur et à mesure de la réaction, et maintenue autant que possible au voisinage de 0°.

» Lorsque le mélange ne réduit plus que faiblement la liqueur de Fehling, on évapore presque jusqu'à sec, on lave à l'alcool bouillant, qui s'empare d'une petite quantité de glucose et de sorbite formés par action secondaire, puis on ajoute au résidu salin un léger excès de chaux éteinte et l'on épuise à nouveau par l'alcool, au réfrigérant ascendant. Cette dernière liqueur, concentrée dans le vide, abandonne par refroidissement la glucamine à l'état de cristaux indistincts, d'aspect opalescent.

» Pour purifier la base on la redissout dans un peu d'eau, on sature exactement par l'acide oxalique, on concentre, on fait recristalliser l'oxalate à deux ou trois reprises différentes dans l'alcool à 60° et finalement on décompose par la quantité juste nécessaire de chaux.

» Le rendement en base pure est d'environ 25 pour 100, par rapport au glucose primitif.

» La glucamine forme une masse incolore, confusément cristalline, qui fond vers 127°-128° et donne à l'analyse des nombres concordant avec la formule $C^6H^{15}AzO^5$.

» Elle est très soluble dans l'eau, peu soluble, même à chaud, dans l'alcool fort et tout à fait insoluble dans l'éther.

» Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$, en solution aqueuse à 10 pour 100, est d'environ 8° à gauche, sans multirotation.

» Elle ne réduit pas la liqueur de Fehling.

» D'une saveur à la fois sucrée et caustique, la glucamine possède tous les caractères d'une base forte; elle absorbe l'anhydride carbonique et

neutralise les acides les plus puissants. Ses sels sont tous très solubles dans l'eau et à peu près insolubles dans l'alcool, qui les précipite de leurs solutions aqueuses à l'état sirupeux.

» L'oxalate neutre $C^2O^4H^2(C^6H^{15}AzO^5)^2$ est jusqu'à présent le seul sel de glucamine que nous ayons réussi à faire cristalliser; il se dépose de ses solutions dans l'alcool faible sous forme de petites paillettes hexagonales miroitantes, qu'il est facile d'obtenir à l'état de pureté complète. Sous l'action de la chaleur ce corps commence par fondre vers 180°, puis dégage de la vapeur d'eau et se transforme en une masse légèrement jaunâtre, cristallisable en fines aiguilles, qui ne réagit plus avec le chlorure de calcium qu'après ébullition avec une lessive alcaline et présente la composition de l'oxamide $C^{14}H^{28}Az^2O^{12}$.

» Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -15°,3$, sans multirotation.

» Le picrate de glucamine forme un vernis jaune absolument amorphe; le chloroplatinate ne cristallise que difficilement.

» La base libre décompose la plupart des sels métalliques à la façon de l'ammoniaque; elle redissout l'hydrate ferrique en donnant une liqueur d'un brun rouge foncé.

» Avec le sulfate de cuivre elle forme une eau céleste d'où se déposent de petits cristaux bleus non encore étudiés; avec l'azotate d'argent elle donne un précipité blanc qui noircit de lui-même et forme un miroir si l'on chauffe; avec le chlorure mercurique il se produit un précipité blanc, inaltérable par la chaleur, qui est soluble dans un excès de réactif.

» La glucamine donne de l'iodoforme avec la teinture d'iode, à l'ébullition.

» L'acide nitreux, qui devrait théoriquement transformer la glucamine en sorbite, n'agit que lentement à froid. A chaud l'attaque est plus rapide, mais alors il y a oxydation simultanée et l'on recueille seulement un mélange lévogyre de sucres réducteurs qui donne de la phénylglucosazone avec l'acétate de phénylhydrazine.

» On arrive au même résultat lorsqu'on chauffe doucement un mélange d'oxalate de glucamine et d'azotite de sodium, ou encore lorsqu'on oxyde directement la base par l'acide azotique étendu.

» Néanmoins, elle réagit sur l'oxalate d'éthyle, l'aldéhyde benzoïque, l'acétylacétone et le cyanate de potasse, en donnant des produits cristallisés, ce qui porte à croire qu'elle possède bien la fonction d'amine primaire. Elle représente donc, conformément à la notation que l'un de nous

a proposée pour les sucres, l'*amino-1-hexanepentol* $\frac{2.4.5}{3}$ 6,

$$(AzH^2)CH^2-\overset{\displaystyle OH}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle OH}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-\overset{\displaystyle OH}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-\overset{\displaystyle OH}{\underset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-CH^2OH.$$

» L'absence de toute multirotation montre que la configuration géométrique de la glucamine est stable en présence de l'eau, ce qui la rapproche encore des alcools polyvalents et l'éloigne des bases déjà connues qui, comme la chitosamine $C^6H^{13}AzO^5$, renferment une fonction d'aldéhyde ou d'acétone.

» La glucamine est peut-être identique au composé qui a été entrevu par M. E. Fischer dans les produits de réduction de la glucose-hydrazone [1]; nous nous proposons d'en poursuivre l'étude, ainsi que celle de ses isomères et de ses homologues. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des éthers alcoylcyanacétiques sur les chlorures diazoïques.* Note de M. G. **Favrel**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une première Note, j'ai montré que les chlorures diazoïques, mis en présence de l'acétylcyanacétate d'éthyle ou de ses homologues supérieurs, fournissaient des produits identiques à ceux que l'on obtient en remplaçant les éthers précédents par du cyanacétate d'éthyle.

» On pouvait se demander si les éthers alcoylcyanacétiques réagiraient de la même façon. Les essais ont été effectués avec le méthylcyanacétate de méthyle, le méthylcyanacétate d'éthyle et l'éthylcyanacétate d'éthyle qui peuvent être obtenus facilement à l'état de pureté en suivant le mode de préparation indiqué par M. Haller et par M. L. Henry.

» 110^{cc} de solution normale d'aniline à 3 molécules d'acide chlorhydrique par litre sont refroidis à zéro puis additionnés peu à peu d'un égal volume de solution de nitrite de soude à 1 molécule par litre. Dans la solution du chlorure de diazobenzène obtenu, on verse 11^{gr},3 de méthylcyanacétate de méthyle; puis peu à peu, et en agitant, de la soude étendue, jusqu'à réaction alcaline. Peu de temps après, il se dépose au sein du mélange un liquide huileux, jaune, qui se solidifie au bout de deux ou trois jours.

---

(1) *Ber. der Deutsch. chem. Ges.*, t. XX, p. 821.

» Si l'on sépare ce liquide huileux et qu'on l'agite avec de la soude étendue d'une fois son volume d'eau, il se prend immédiatement en masse cristalline.

» Après plusieurs cristallisations dans le benzène chaud, on finit par obtenir de petits cristaux lamelleux, à peine jaunes, fondant à 150°-151°.

» Ces cristaux ont la composition centésimale de la phénylhydrazone α nitrile pyruvique dont la production peut s'expliquer par la réaction suivante :

$$C^6H^5Az = Az - OH + \underset{\substack{| \\ CO^2CH^3}}{\overset{\substack{CAz \\ |}}{CH}} - CH^3 = C^6H^5Az \overset{\diagup H}{-} Az = \underset{\substack{| \\ CH^3}}{\overset{\substack{CAz \\ |}}{C}} + CH^3OH + CO^2.$$

» En chauffant ce corps avec de la soude hydroalcoolique, on le transforme en acide phénylhydrazone pyruvique α ou phényl α azopropionique (¹), comme le démontrent l'analyse et le point de fusion 181°-182°.

» Pour qu'il en soit ainsi, il faut admettre que la réaction donne bien naissance à la phénylhydrazone α nitrile pyruvique.

» Dans les mêmes conditions, les chlorures de diazoparatoluène, de diazoorthotoluène fournissent, avec le méthylcyanacétate de méthyle ou le méthylcyanacétate d'éthyle :

» La paratoluylhydrazone-α-nitrile pyruvique fondant à 166°-167°; l'orthotoluylhydrazone-α-nitrile pyruvique fondant à 131°-132°.

» Si l'on substitue, dans ces réactions, l'éthylcyanacétate d'éthyle au méthylcyanacétate de méthyle ou d'éthyle, on obtient, avec le chlorure de diazobenzène, un corps fondant à 81°-82°.

» Il possède la composition de la phénylhydrazone-α-nitrile butyrique dont la production peut s'expliquer par l'équation

$$C^6H^5Az = Az - OH + \underset{\substack{| \\ CO^2C^2H^5}}{\overset{\substack{CAz \\ |}}{CH}} - CH^2 - CH^3$$

$$= C^6H^5 - Az \overset{\diagup H}{-} Az = CAz = \underset{\substack{| \\ CH^2 \\ | \\ CH^3}}{\overset{\substack{CAz \\ |}}{C}} + C^2H^5, OH + CO^2.$$

(¹) Fischer et Jourdan, *B. D. c. G.*, t. XVI, p. 2241, et Japp et Klingemann, *B. D. c. G.*, p. 2942; 1887.

La solution hydro-alcoolique se transforme à l'ébullition en phénylhydrazone-α-acide butyrique ([1]), ce qui démontre sa constitution.

» Les chlorures de diazoparatoluène et d'orthotoluène fournissent dans les mêmes circonstances :

» La paratoluylhydrazone-α-nitrile butyrique fondant à 143°-144°;

» L'orthotoluylhydrazone-α-nitrile butyrique fondant à 114°-115°.

» L'étude de ces corps sera continuée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réduction des matières colorantes azoïques nitrées.* Note de M. **A. Rosenstiehl**, présentée par M. A. Haller.

« En 1887 nous avons découvert, M. Noelting et moi ([2]), une matière colorante, connue sous le nom de *rouge Saint-Denis*, teignant le coton sans mordant, en bain alcalin. Ce qui distingue cette matière colorante d'autres analogues, c'est qu'elle ne bleuit pas en présence des acides; au contraire, elle supporte leur action sans rien perdre de son éclat. Elle était obtenue en diazotant la métaazoxyorthotoluidine, et en copulant ce diazo dérivé avec l'α-sulfo-α-naphtol. C'était le premier exemple de l'emploi des azoxyamines pour la fabrication des matières colorantes.

» La métaazoxyorthotoluidine était alors obtenue par l'action de la poudre de zinc et de la soude caustique sur la métanitroorthotoluidine.

» La nitramine étant à peu près insoluble dans la dissolution alcaline, et la poudre de zinc l'étant tout à fait, il en résulte que la réaction n'est pas nette et que les rendements en azoxyamine sont faibles.

» De là vint l'idée d'engager la nitramine au préalable dans une combinaison soluble en milieu alcalin, et d'y faire agir ensuite des réducteurs solubles dans les mêmes conditions.

» Ce sont les résultats obtenus dans cette voie qui font l'objet de cette Note.

» 1. Pour engager une amine dans une combinaison soluble dans l'eau alcaline, on la diazote et l'on copule le diazo dérivé avec un sulfo-naphtol.

» Dans le cas particulier, il était tout indiqué d'employer l'α-sulfo-α-naphtol, qui fait déjà partie du *rouge Saint-Denis*.

([1]) Japp et Klingemann, *B. D. c. G.*; 1887, 2942.

([2]) Brevet français n° 184549; 30 juin 1887.

» Cette combinaison ([1]), dissoute dans l'eau alcaline et mise en présence de réducteurs tels que le protoxyde d'étain, l'acide arsénieux, la formaldéhyde ou le glucose, se convertit rapidement vers 50°C. à 60°C. en dérivé d'azoxyamine. Avec le glucose les rendements sont quantitatifs.

» La transformation ne s'annonce pas par un changement de couleur. La matière première, ainsi que le produit de la réaction, sont rouges tous les deux. Mais, tandis que la première teint uniquement la laine, et cela seulement en bain acide, le dérivé d'azoxyamine teint le coton en bain alcalin, et ne teint pas la laine.

» La réaction chimique qui s'est accomplie peut être représentée d'une manière générale par l'équation

$$\underbrace{[AzO^2RAz = AzR']^2}_{\text{Dérivé azoïque de la nitramine.}} - 3O = \underbrace{O\left\langle\begin{matrix} AzRAz = AzR' \\ | \\ AzRAz = AzR'. \end{matrix}\right.}_{\text{Dérivé azoïque de l'azoxyamine.}}$$

» 2. Une fois en possession de cette réaction, il fut aisé de la généraliser, et l'on reconnut ainsi que les métanitramines conduisent à des dérivés d'azoxyamines de même couleur, mais de propriétés tinctoriales différentes, ainsi que cela se passe pour le *rouge Saint-Denis;* que les paranitramines, au contraire, conduisent à des matières colorantes qui diffèrent de la matière première à la fois par la couleur et par les propriétés tinctoriales ([2]); enfin, que les orthonitramines donnent naissance, dans les mêmes conditions, à des composés incolores qui ne sont plus des composés azoïques. Ces composés ont été étudiés en commun avec M. Suais et feront l'objet d'une Note spéciale.

» 3. Quand on essaie de pousser plus loin l'action du glucose, dans le but d'enlever le dernier atome d'oxygène, qui caractérise les azoxyamines, la réaction s'accomplit dans un sens différent.

» La matière azoïque nitrée présente à l'action des agents réducteurs deux points particulièrement faibles. Il y a d'abord le groupement azoïque lui-même, dont les liaisons sont rompues sous l'influence de l'action hydrogénante, d'après l'équation générale $RAz = AzR' + 2H^2 = RAzH^2 + R'AzH^2$. Puis il y a le groupement AzO^2 dans les nitramines et Az^2O dans les azoxyamines.

» La formation du *rouge Saint-Denis* et des corps de sa famille démontre que l'on peut attaquer AzO^2 en ménageant $- Az = Az -$.

» Mais il faut, pour arriver à ce résultat, rester dans les limites étroites tracées par l'expérience; dès que l'on dépasse 60°C. et surtout dès que l'on augmente la proportion de glucose, les deux points faibles de la molécule sont entamés à la fois. Ce n'est plus

---

([1]) Brevet français n° 202675, 17 décembre 1889.

([2]) La réaction est particulièrement frappante pour le paradiazobenzol, copulé avec le bisulfonaphtol (1,4). Cette matière colorante teint la laine en rouge. Dissoute dans une lessive alcaline et additionnée de la quantité calculée de glucose, elle se convertit presque instantanément, à chaud, en une matière teignant le coton en un bleu violacé presque noir. La transformation peut s'opérer dans un tube à essai, en deux minutes, et constitue une intéressante expérience.

une matière colorante qui se forme. On voit, au contraire, le liquide se décolorer et, peu après, se remplir d'aiguilles cristallines bronzées ([1]). Le corps obtenu est l'azo amine, correspondant à la nitramine :

$$O\left\langle\begin{matrix}Az - R.Az = Az.R' \\ | \\ Az - R.Az = Az.R'\end{matrix}\right. + 5H^2 = H^2O +$$

Dérivé azoïque de l'azoxyamine.

$$\begin{matrix}Az - R.Az\,H^2 + Az\,H^2R' \\ \| \\ Az - R.Az\,H^2 + Az\,H^2R'\end{matrix}$$

Azoamine libre.

» Si l'on pousse la réaction plus loin encore, l'azoamine est séparée en deux molécules de diamine :

$$\begin{matrix}Az.R.Az\,H^2 \\ \| \\ Az.R.Az\,H^2\end{matrix} + 2H^2 = (H^2Az.R.AzH^2)^2.$$

Azoamine. Diamine.

» Mais en conduisant bien l'opération on peut éviter cette réduction ultime et obtenir aisément en azoamine 60 pour 100 du rendement théorique.

» 4. Par ce procédé qui s'applique aux para et aux métanitramines il a été possible d'obtenir avec facilité la série des azoamines, qu'il est difficile autrement d'obtenir sans mélange, et par une réaction nette.

» On a préparé par cette méthode deux azoamines de la série para, et trois de la série méta, correspondant aux nitramines les plus facilement abordables. Parmi elles, l'une est nouvelle. C'est la paraazoorthotoluidine, fondant à 218°-220° C. :

$$\begin{matrix}Az.C^6H^3(CH^3)\,Az\,H^2 \\ \| \\ \underset{(4)}{Az}.C^6H^3\underset{(2)}{(CH^3)}\,\underset{(1)}{Az\,H^2}.\end{matrix}$$

» Elle cristallise très facilement en aiguilles brunes, soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, et possède au point de vue chimique les propriétés générales des azoamines.

» Elle est une base faible et une diamine, et comme telle se diazote et produit deux séries de dérivés azoïques. Les combinaisons avec les sulfonaphtols donnent en teinture des nuances plus bleues que celles que l'on obtient avec le dérivé correspondant d'azoxyamine.

» Les faits qui précèdent montrent que, en engageant la nitramine dans une combinaison azoïque sulfonée, on lui confère une solubilité qui lui manque à l'état de liberté et qui facilite toutes les réactions des agents réducteurs, dont l'action s'exerce sur la nitramine seule sans que le sulfonaphtol intervienne par sa substance.

([1]) Brevet français n° 203418, 28 janvier 1890.

» Il reste à montrer comment on peut finalement éliminer ce dernier, et régénérer l'amine sans qu'elle-même ait à subir l'action de l'agent réducteur. Cette étude, faite en commun avec M. Suais, fera l'objet d'une deuxième Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux nouveaux acides acétyléniques. Synthèse des acides caprylique et pélargonique.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **R. Delange**, présentée par M. H. Moissan.

« Les acides acétyléniques, sans doute à cause de leur rareté, ont été jusqu'ici relativement peu étudiés. Nous avons été conduits, par nos recherches sur les carbures acétyléniques [1], à nous occuper de deux de ces acides encore inconnus : l'acide amylpropiolique et l'acide hexylpropiolique, l'un et l'autre à chaîne normale.

» Outre le procédé de préparation classique, qui consiste à faire absorber le gaz carbonique sec par les dérivés sodés des hydrocarbures, nous avons encore obtenu les deux acides sous forme d'éthers, en faisant réagir, sur ces mêmes dérivés sodés, les éthers chlorocarboniques :

$$R - C \equiv CNa + Cl - CO^2R' = R - C \equiv C - CO^2R' + NaCl.$$

» A. *Acide amylpropiolique* $C^5H^{11} - C \equiv C - CO^2H$. — C'est un liquide incolore, sirupeux, d'une odeur à peine perceptible d'acide gras, ayant pour densité 0,9677 à 18°; il se solidifie dans la glace et fond vers +5°. Il distille à 149°-149°,5 sous 20mm. Quand on le chauffe à l'air libre, il se décompose, déjà dès 180°, et activement à 220°, en acide carbonique et œnanthylidène.

» Le sel de baryum cristallise avec 1 molécule d'eau.

L'éther méthylique	distille à	107°	sous 20mm;	$D_0 = 0,9524$.
» éthylique	»	115°-116°,5	sous 17mm;	$D_0 = 0,9395$.
» isopropylique	»	126°-127°	sous 22mm;	$D_0 = 0,9183$.
» isobutylique	»	138°-139°	sous 23mm;	$D_0 = 0,916$.
» isoamylique	»	148°-149°	sous 20mm;	$D_0 = 0,9114$.
» allylique	»	124°-128°	sous 18mm;	$D_0 = 0,9465$.

» Tous ces éthers fournissent l'acide par saponification; il importe de ne pas employer un excès d'alcali, qui déterminerait une réaction secondaire, d'ailleurs intéressante, sur laquelle nous reviendrons prochainement.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXX et CXXXI; 1900.

» Si l'on cherche à préparer les éthers en saturant de gaz chlorhydrique la solution de l'acide dans l'alcool qui leur correspond, on obtient presque exclusivement, du moins dans le cas des alcools méthylique et éthylique, les éthers d'un acide éthylénique chloré, qui est vraisemblablement l'acide amyl-β-chloracrylique, $C^5H^{11} - CCl = CH - CO^2H$, formule que nous aurons bientôt l'occasion d'appuyer par de sérieux arguments. Le produit méthylique brut passe à la première distillation entre 110° et 120° sous 17^{mm} et renferme 16,6 pour 100 de chlore (théorie 18,6); le produit éthylique passe à 118°-128° sous 16^{mm} et renferme 16,7 pour 100 de chlore (théorie 17,4).

» On obtient au contraire les éthers de l'acide amylpropiolique presque purs (2 à 3 pour 100 de chlore seulement), quand on fait réagir sur les alcools le chlorure d'acide correspondant. Ce fait est d'autant plus surprenant que, comme l'a montré l'un de nous (1), l'action du chlorure d'acryle $CH^2 = CH - COCl$, qui n'est pourtant qu'éthylénique, sur les alcools et les phénols, engendre surtout les éthers de l'acide β-chloropropionique $CH^2Cl - CH^2 - CO^2H$.

» Le chlorure d'amylpropiolyle $C^5H^{11} - C \equiv C - COCl$ est facile à préparer en traitant l'acide amylpropiolique par le perchlorure de phosphore; il distille à 88°-90° sous 17^{mm} et a pour densité, à 0°, 1,0202. Il réagit immédiatement sur les anilines pour donner les anilides correspondantes.

» L'orthotoluidide fond à 59°,5-60°,5; la paratoluidide fond à 68°; la paraanisidide fond à 44°; l'α-naphtylamide fond à 113°-114°.

» L'acide amylpropiolique, en tant qu'acide acétylénique, peut fixer 4 atomes de brome; toutefois l'addition des deux derniers atomes se fait difficilement et est accompagnée d'un dégagement très sensible d'acide bromhydrique.

» Par contre, il est aisé d'ajouter à cet acide 4 atomes d'hydrogène. On le traite à cet effet par un grand excès de sodium en présence d'alcool absolu bouillant (l'amalgame de sodium en présence de l'eau ne l'attaque pas). Le nouvel acide obtenu distille sous la pression normale à 236°-239° (corr.); il est identique par toutes ses propriétés avec l'acide caprylique $CH^3 - (CH^2)^6 - CO^2H$, qui existe à l'état de glycéride dans certains corps gras naturels, et en particulier dans le beurre de vache (2).

---

(1) Ch. Moureu, *Thèse de Doctorat*, *Faculté des Sciences*, Paris; 1893.

(2) Lerch, *Ann. Lieb.*, t. XLIX, p. 214; Zincke, même Recueil, t. CLII, p. 9; Renesse, même Recueil, t. CLXXI, p. 380; etc.

» B. *Acide hexylpropiolique* $C^6H^{13}-C\equiv C-CO^2H$. — Ce second acide est un liquide incolore, sirupeux, de densité 0,9644 à 0°; il se congèle dans le chlorure de méthyle en feuillets blancs qui fondent vers — 10°.

L'éther méthylique bout à 122° sous 19mm...... $D_0=0,9338$
» éthylique » 126°-128° sous 16mm...... $D_0=0,9223$

» Sous l'influence du sodium et de l'alcool absolu à l'ébullition, l'acide hexylpropiolique donne, par fixation de 4 atomes d'hydrogène, un acide distillant à 251°-254° (corr.) sous la pression normale, qui est identique à l'acide pélargonique de l'essence de *Pelargonium roseum*

$$CH^3-(CH^2)^7-CO^2H$$ (1).

» *En résumé*, nous avons préparé deux acides acétyléniques nouveaux et quelques-uns de leurs dérivés immédiats. Chacun de ces acides, hydrogéné par le sodium et l'alcool absolu bouillant, se convertit en acide saturé gras correspondant, transformation qui réalise une nouvelle synthèse de deux acides naturels, l'acide caprylique et l'acide pélargonique (2). »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'origine indoxylique de certaines matières colorantes rouges des urines (indirubine)*. Note de M. L. **Maillard**, présentée par M. Armand Gautier.

« L'urine humaine renferme, comme on le sait, des combinaisons indoxyliques (acides indoxylsulfurique et indoxylglycuronique) qui, par dédoublement et oxydation de l'indoxyle mis en liberté, fournissent de l'indigo bleu facile à extraire au chloroforme. Cette réaction se fait habituellement en traitant l'urine par son volume d'acide chlorhydrique concentré renfermant par litre $2^{gr},5$ à 3^{gr} de $FeCl^3$. L'extrait chloroformique sert à doser le bleu d'indigo, soit colorimétriquement (Obermayer) (3), soit par titrage au permanganate après sulfonation (Wang) (4).

» On ne tarda pas à remarquer (Obermayer) (5) que l'extrait chloro-

---

(1) Pless, *Ann. Lieb.*, t. LIX, p. 54; Zincke, même Recueil, t. CLXIV, p. 333; etc.
(2) Les détails des expériences rapportées dans cette Note seront publiés au *Bulletin de la Société chimique*.
(3) *Wiener klin. Wochenschr.*, n° 9; 1890.
(4) *Zeitsch. physiol. Ch.*, t. XXV, p. 406; 1898.
(5) *Z. physiol. Ch.*, t. XXVI, p. 427; 1899.

formique contient de petites quantités de matières rouges et brunes que l'on considéra d'abord comme étrangères, et qu'on peut éliminer facilement par lavage à l'eau + alcool + éther du résidu sec de l'extrait chloroformique (Wang) ([1]). Mais J. Bouma s'éleva avec force contre cette prétendue purification, affirmant que les matières rouges et brunes appartenaient au groupe indigotique; il prépara les matières bleues, rouges et brunes provenant des urines d'une part, de l'indigo brut commercial de l'autre : les solubilités, les caractères spectroscopiques ([2]), la température de sublimation, le pouvoir réducteur sur le permanganate après sulfonation ([3]) étaient les mêmes dans les deux cas. De plus, une même urine donnait des quantités variables de bleu suivant la température de la réaction.

» Ce dernier résultat permettait donc de songer à une origine commune des matières colorantes bleue et rouge de l'urine; mais, pour établir définitivement cette opinion, je ferai connaître une expérience très facile, très démonstrative, réussissant à coup sûr, qui prouve le remplacement réciproque et *intégral* ([4]) du bleu par le rouge d'indigo, suivant les conditions de la réaction.

» Une urine normale, assez riche en substances indigogènes, est divisée en deux portions, dont l'une est portée à l'ébullition pendant dix minutes pour éliminer d'avance tout phénomène de nature diastasique. Chaque portion sert à préparer 7 tubes, qui reçoivent tous 8^{cc} d'urine. Dans les quatre premiers on ajoute 8^{cc} de HCl: 1 et 2 sont bouchés, 3 et 4 sont conservés ouverts. Les trois derniers reçoivent chacun 5 gouttes de $FeCl^3$ à $\frac{1}{20}$, puis 8^{cc} de HCl : 5 est bouché, 6 est conservé ouvert; 7 est agité avec 2^{cc} de chloroforme, le liquide aqueux décanté, le tube rempli d'eau et le chloroforme lavé par agitation : lorsqu'il est rassemblé au fond du tube, il est d'une belle couleur bleue. Au bout de vingt-quatre heures, les tubes 2 et 4 reçoivent chacun 5 gouttes de $FeCl^3$ à $\frac{1}{20}$, puis les six premiers tubes sont traités par 2^{cc} de chloroforme, de la même façon que le tube 7. Que l'urine ait été bouillie ou non, les quatre premiers tubes donnent un beau *rouge*, les trois derniers un beau *bleu*. Tous les rouges sont identiques, tous les bleus le sont aussi; il y a donc deux groupes de tubes : ceux qui ont été traités par HCl en présence d'un oxydant très actif ($FeCl^3$) ont donné du bleu ; ceux où le dédoublement a été fait par HCl pur, et qui ont subi seulement une oxydation lente et spontanée, ont donné du rouge.

» J'ajoute que : 1° l'oxydation de l'indoxyle en rouge d'indigo se poursuit lentement

---

([1]) *Zeitsch. physiol. Ch.*, t. XXVII, p. 135; 1899.
([2]) *Z. physiol. Ch.*, t. XXVII, p. 348; 1899.
([3]) *Z. physiol. Ch.*, t. XXX; 1900.
([4]) Sauf évidemment des traces de l'autre couleur. Je ne parle pas du brun, que je n'ai jamais rencontré en quantité appréciable.

et le liquide fonce peu à peu; 2° elle est complète au bout de vingt-quatre heures (dix à quinze heures suffisent).

» En résumé, le dédoublement des dérivés indoxyliques urinaires produit de l'*indigotine* s'il est accompagné d'oxydation instantanée, de l'*indirubine* si l'oxydation est lente. L'étude du colorant rouge ne m'a révélé jusqu'à présent aucune différence avec l'indirubine des plantes ([1]). De ces observations on conclut :

» 1° La matière rouge, soluble dans le chloroforme, qui se produit à l'air dans les urines sous l'action de HCl, est de l'indirubine;

» 2° Elle provient des mêmes chromogènes indoxyliques que le bleu d'indigo qu'elle peut remplacer en totalité;

» 3° Les méthodes de dosage des dérivés indoxyliques basées sur le dosage du bleu d'indigo *seul* sont absolument illusoires.

» Les chromogènes des plantes à indigo étant aussi des dérivés indoxyliques, il est extrêmement vraisemblable que l'indigotine et l'indirubine ne proviennent pas de principes différents coexistant dans la plante, mais bien qu'ils ont une même origine, et que leur proportion relative dépend uniquement du mode de traitement adopté.

» Il importe de bien distinguer l'indirubine de l'uroroséine des urines, substance insoluble dans le chlorofome, et qu'on peut extraire par l'alcool amylique de la partie aqueuse. Sans vouloir étudier aujourd'hui l'uroroséine, je tiens à dire que certains faits me font entrevoir la possibilité d'une relation physiologique, et peut-être chimique, de ce pigment avec le groupe indigotique d'une part, avec les pigments hématiques de l'autre. Je reviendrai ultérieurement sur ce point intéressant. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Calcul de l'écrémage et du mouillage dans les analyses de lait.* Note de MM. **Louïse** et **Riquier**, présentée par M. Duclaux.

« Étant donné un lait que l'on soupçonne d'avoir subi ou un écrémage, ou un mouillage, ou un écrémage suivi d'un mouillage, proposons-nous de calculer, aussi exactement que possible : d'une part, le rapport ε qui existe entre le poids de beurre enlevé par écrémage et le poids total de

([1]) Des discussions s'étant élevées récemment entre les chimistes sur l'unité et l'identification des colorants rouges de l'indigo, je compte reprendre avec soin l'étude de cette question.

beurre primitivement contenu dans le lait; d'autre part, le rapport μ qui existe entre le volume d'eau mélangé au lait à la suite de l'écrémage, et le volume total du mélange. Nous nommerons E, b, s, c, f les poids respectifs d'extrait, beurre, sucre, cendres et caséine contenus dans le volume 1 avant la falsification; E', b', s', c', f' les poids analogues après la falsification. Les quantités E', b', s', c' et E, b, s, c se mesurent à l'aide d'expériences auxquelles on soumet, d'une part le lait incriminé, d'autre part un lait *témoin*, c'est-à-dire un lait de même origine pris à l'étable en présence des agents de l'autorité; quant aux quantités f' et f, elles sont liées aux précédentes par les relations

$$(1)\qquad E = b + s + c + f,\qquad E' = b' + s' + c' + f'.$$

» Si l'on désigne par v la diminution qu'a subie, par suite de l'écrémage, le volume 1 du lait primitif, on voit qu'*après l'écrémage* le volume 1 contient en beurre, sucre, cendres et caséine, les poids respectifs

$$b_1 = \frac{b(1-\varepsilon)}{1-v},\qquad s,\quad c,\quad f\ (^1),$$

et qu'*après le mouillage*, effectué ultérieurement, il contient, de ces diverses substances, les poids respectifs

$$(2)\qquad b' = \frac{b(1-\varepsilon)(1-\mu)}{1-v},$$

$$(3)\qquad s' = s(1-\mu),$$

$$(4)\qquad c' = c(1-\mu),$$

$$(5)\qquad f' = f(1-\mu);$$

l'addition membre à membre des relations (3), (4) et (5) donne d'ailleurs, en tenant compte de (1),

$$(6)\qquad E' - b' = (E - b)(1-\mu).$$

» De (3), (4) et (6) on tire

$$(7)\qquad \mu = 1 - \frac{s'}{s} = 1 - \frac{c'}{c} = 1 - \frac{E'-b'}{E-b},$$

et les trois valeurs ainsi obtenues doivent être, comme vérification, toutes égales entre elles.

(1) On admet que, au moment de l'écrémage, le sucre, la matière des cendres et la caséine sont uniformément répartis dans le liquide.

» La valeur de μ étant connue, on tire de (2)

$$(8)\qquad \frac{1-\varepsilon}{1-v} = \frac{b'}{b(1-\mu)}.$$

» Le second membre de (8), que nous désignerons par h, ne peut en aucun cas surpasser l'unité : car il est égal au produit $\frac{b_1}{b} \times \frac{b'}{b_1(1-\mu)}$, dont le premier facteur est au plus égal à 1, et le second exactement égal à 1. Cela étant, si h est égal à 1, on a $b_1 = b$, et *il n'y a pas écrémage*. Si, au contraire, h est plus petit que 1, on a $b_1 < b$, et *il y a écrémage*. Pour en mesurer la proportion, nous observerons tout d'abord que le nombre v est supérieur au nombre $b\varepsilon$: car, le volume v de crème contenant un poids $b\varepsilon$ de beurre, et la densité du beurre étant plus petite que 1, le volume occupé par ce poids de beurre est supérieur à $b\varepsilon$, et à plus forte raison le volume v de crème. En posant donc $v = b\varepsilon\alpha$, où α désigne un nombre (inconnu) plus grand que 1, on tire de l'équation (8)

$$(9)\qquad \varepsilon = \frac{1-h}{1-bh\alpha},$$

d'où, à cause de $\alpha > 1$,

$$(10)\qquad \varepsilon > \frac{1-h}{1-bh},$$

ou

$$(11)\qquad \varepsilon > \frac{b(1-\mu)-b'}{b(1-\mu)-bb'}.$$

On a ainsi une *limite inférieure* de ε [1].

» Si l'on ne tient aucun compte de la diminution de volume due à l'écrémage, ce qui revient à faire $\alpha = 0$ dans la formule (9), la valeur ε se trouve modifiée, et il vient

$$(12)\qquad \varepsilon > 1 - \frac{b'}{b(1-\mu)};$$

mais on obtient, de cette manière, une limite inférieure moins approchée que par la formule (10) ou (11), provenant de l'hypothèse numérique $\alpha = 1$.

» Les auteurs qui traitent des falsifications du lait n'indiquent pas, en général, d'une façon très nette les formules dont ils se servent pour le calcul du mouillage et de l'écrémage; nous nous croyons fondés toutefois,

(1) Les formules à employer dans la pratique sont donc (7) et (11).

après un examen attentif de leur méthode, à leur adresser les critiques suivantes : en premier lieu, ils négligent entièrement la diminution de volume due à l'écrémage; en second lieu et surtout, après avoir, comme il convient, dosé le mouillage par la comparaison des extraits *dégraissés* $\left(1 - \mu = \frac{E' - b'}{E - b}\right)$, ils font intervenir, dans le calcul ultérieur de l'écrémage [formule (12)], une deuxième valeur du mouillage, fournie par la comparaison des extraits *non dégraissés* $\left(1 - \mu = \frac{E'}{E}\right)$, et qui n'est exacte que dans le cas où il n'y a pas écrémage (1). »

ZOOLOGIE. — *La segmentation dans le genre* Trochus. Note de M. **A. Robert**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« J'ai étudié au laboratoire de Roscoff les premiers phénomènes du développement des Troques chez *Trochus magus* L. et *Tr. conuloïdes* Lam. La segmentation est tout à fait semblable chez ces deux types, malgré la différence de taille considérable que présentent leurs œufs : 105 à 125 μ de diamètre pour *Tr. magus*, 260 à 300 μ pour *Tr. conuloides*.

» La première division, chez *Tr. magus*, a lieu environ un quart d'heure après la ponte; le sillon en est oblique par rapport à l'axe longitudinal futur de l'animal : il va de droite à gauche et d'avant en arrière. Il se produit alors, par division *læotropique* (pour employer la terminologie de M. Conklin), quatre blastomères égaux dont l'un est antérieur par rapport à l'axe du futur animal, un autre postérieur et deux latéraux, ceux-ci situés à un niveau légèrement plus élevé du côté du pôle animal. Le blastomère antérieur et le postérieur se touchent, donnant ainsi naissance à deux sillons polaires; il n'y a donc jamais que trois blastomères se touchant; leurs plans de contact forment entre eux des angles de 120°. Le premier *quartette* d'ectomères apparaît, par division *dexiotropique*, environ deux heures après la ponte; le sillon polaire supérieur, situé entre les ectomères, est alors à 60° environ de l'axe longitudinal, de droite à gauche et d'avant en arrière.

---

(1) La formule $1 - \mu = \frac{E'}{E}$ s'obtient en faisant, dans la relation (2), $\frac{1 - \varepsilon}{1 - \rho} = 1$, et ajoutant membre à membre les relations (2), (3), (4) et (5) : elle n'est donc exacte que dans le cas où l'on a $b_1 = b$, c'est-à-dire où il n'y a pas écrémage. Elle est d'ailleurs, même dans ce cas, dépourvue d'utilité pratique : effectivement, elle ne pourrait en avoir que si l'on parvenait à établir, préalablement au calcul du mouillage, qu'il n'y a pas eu écrémage; or, le calcul de ε nécessite justement, comme on l'a vu, le calcul préalable de μ.

» A partir de ce moment, ce sillon polaire supérieur subit une série d'oscillations alternativement à droite et à gauche de la ligne médiane; il change de direction chaque fois qu'il y a division des cellules les plus voisines du pôle animal. C'est ainsi que son extrémité antérieure étant à droite de l'axe au stade à huit cellules, elle passe à gauche au stade seize; ensuite elle reprend sa première situation au stade trente-deux, repasse du côté gauche au stade soixante-trois; enfin, elle subit encore une dernière oscillation qui la ramène à sa situation primitive au stade quatre-vingt-un. A partir de ce moment, la régularité du phénomène est troublée par une légère invagination, identique à celle qui existe chez la Néritine et qui se produit au pôle animal.

» Je n'insiste pas sur le détail de cette segmentation que j'ai suivie complètement jusqu'à quatre-vingt-neuf cellules; il me semble intéressant toutefois de signaler la régularité de l'embryon au stade à seize cellules; les blastomères sont disposés sur trois plans; l'inférieur est constitué par les quatre macromères égaux dont l'antérieur et le postérieur se touchent suivant un plan vertical transversal à l'axe longitudinal futur : c'est ce plan qui se traduit au dehors par le sillon polaire inférieur. La couche moyenne de cellules est occupée par les quatre premières cellules égales du deuxième quartette, qui alternent avec les premières; l'antérieure gauche et la postérieure droite se touchent suivant un plan vertical faisant avec le sillon polaire inférieur un angle très voisin de 60°. Enfin, les huit premières cellules du premier quartette occupent le plan supérieur; des quatre cellules les plus rapprochées du pôle, l'antérieure droite et la postérieure gauche sont en contact suivant un plan vertical qui fait encore, avec le plan analogue situé entre les cellules du deuxième quartette, un angle voisin de 60°.

» Au stade à vingt cellules, l'un des macromères médians, celui qui deviendra postérieur, envoie dans l'axe de l'embryon une sorte de prolongement qui écarte les cellules du deuxième quartette et qui permet désormais de distinguer ce macromère de ses congénères.

» Il ne se forme, comme chez la plupart des Mollusques, sinon chez tous, que trois générations d'ectomères. Le quatrième quartette présente, par rapport à *Crepidula*, par exemple, une inversion dans la dimension relative des macromères et de leurs cellules filles, celles-ci étant de beaucoup les plus volumineuses. Comme chez *Crepidula*, c'est la cellule $4d$ qui, après s'être divisée en deux moitiés latérales par rapport à l'axe futur, produit les cellules mésodermiques.

» La segmentation est donc très semblable à celle de *Crepidula*. Elle est cependant un peu plus régulière en ce sens que la loi d'alternance y est plus régulièrement observée. La première infraction à cette loi s'observe dans la division de la série $2a^{21} - 2d^{21}$, dont le sens est renversé, comme, du reste, chez *Crepidula*. Ce n'est pourtant pas la loi d'alternance qui se dégage avec le plus de netteté de cette segmentation, mais plutôt celle découverte par M. Sachs chez les végétaux, et qu'on pourrait énoncer ainsi : Deux fuseaux successifs sont toujours dans des plans perpendiculaires, c'est-à-dire que lorsqu'un noyau a produit par mitose deux noyaux filles,

lors de la première division de ceux-ci, leurs fuseaux seront dans deux plans perpendiculaires au fuseau de la première mitose. Dans tout le cours de la segmentation jusqu'à quatre-vingt-neuf cellules, je n'ai pas trouvé une seule exception nette à cette loi.

» Ces phénomènes me paraissent mettre nettement en évidence les deux ordres de facteurs qui interviennent dans la segmentation. En effet, si la généralité de certains faits comme la formation de trois générations d'ectomères, la production du mésoderme aux dépens de cellules homologues nées d'un même nombre de divisions, peuvent difficilement s'expliquer autrement que par des influences internes héréditaires; au contraire, la régularité de certaines figures de la segmentation, la constance relative de certains angles me semblent démontrer l'importance très grande de facteurs physiques, extrinsèques, trop négligés par M. Conklin. Les lois de la capillarité interviennent certainement pour une large part dans ces phénomènes, car je suis parvenu à imiter, avec une similitude parfaite, les stades à quatre, huit et douze cellules, par exemple, au moyen de bulles de savon de dimensions appropriées. »

ZOOLOGIE. — *Action des solutions isotoniques de chlorures et de sucre sur les œufs de* Rana fusca. Note de Mme **Rondeau-Luzeau**, présentée par M. Alfred Giard.

« Le 22 mars, j'obtins des sillons sur des œufs non fécondés de *Rana fusca*, après les avoir plongés pendant deux heures dans des solutions équiosmotiques de Na Cl à $\frac{1}{100}$ et de sucre à $\frac{10}{100}$.

» Les deux solutions donnèrent des résultats comparables : l'apparence de segmentation était la même dans les deux cas. Le stade 4 était visible sur quelques œufs, mais toujours incomplet; le cas le plus général était représenté par une segmentation très irrégulière d'une des moitiés de l'œuf; aucun des sillons n'atteignait le pôle blanc et souvent de petites sphérules se détachaient à la surface.

» Je fixai quelques œufs; bientôt je vis les sillons disparaître peu à peu sur ceux qui restaient et la segmentation ne se continua pas. Je colorai sur coupes par l'alun de fer ammoniacal et l'hématoxyline, et je constatai que les cloisons devant passer par l'un des diamètres de l'œuf n'atteignaient jamais le quart de ce diamètre; celles qui étaient complètes ne limitaient que de petites cellules.

» En résumé, rien de comparable au développement normal. Y a-t-il là un phénomène purement physique, dû à des différences de pression, ou physico-chimique ?

» M. Bataillon semble croire que la pression osmotique seule agit dans tous les cas lorsqu'on traite des œufs fécondés ou non par des solutions équiosmotiques de sels ou de sucre. A l'appui de sa thèse, il cite dans son Mémoire sur la pression osmotique l'action de cinq groupes de solutions isotoniques de NaCl, $CaCl^2$ et de sucre sur l'œuf de lamproie fécondé.

» Voici ses conclusions :

» Les expériences dans lesquelles j'ai constaté un retard ou une suspension provisoire de développement sont des plus significatives au point de vue de l'anhydrobiose.

» D'autre part, les résultats obtenus paraissent indépendants de la composition chimique des liquides employés : le point critique où la division est entravée, les troubles dans la marche de la segmentation, l'allure des ébauches, le stade fixe où l'évolution s'arrête pour chaque série, correspondent nettement à des pressions osmotiques parallèles pour les divers milieux.

» En vue de confirmer ces faits, je partageai en trois lots une ponte de *Rana fusca* immédiatement après la fécondation.

» Un de ces lots devait servir de témoin; je mis les deux autres dans des solutions de NaCl à $\frac{1}{100}$ et de sucre à $\frac{10}{100}$. Deux heures après, je divisai les deux lots en expérience en trois parties chacun :

a. Sel.	*b*. Sel.	*c*. Sel.
a. Sucre.	*b*. Sucre.	*c*. Sucre.

» *a* fut laissé dans les mêmes solutions;

» *b* fut mis dans des solutions diluées de moitié.

» *c* fut remis dans l'eau pure.

» A ce moment, la segmentation n'était pas encore commencée.

» Le résultat général fut celui-ci :

» *a* (sel) ne dépassa pas le stade 4; quelques œufs remis dans l'eau vingt-quatre heures environ après l'arrêt du développement présentèrent des plages de cellules irrégulières ou des sphérules comparables à celles qui se formaient sur l'œuf non fécondé, tandis que les sillons primitifs n'étaient presque plus visibles.

» *a. Sucre.* — Alla jusqu'à la fermeture du blastopore avec une forte dépression au pôle supérieur.

» *b. Sel.* — Donna des embryons dont la plupart présentaient des anomalies, telles que la non-fermeture du blastopore avec présence du bouchon vitellin, anencéphalie par éclatement dans la région nucale; ils étaient en retard de vingt-quatre heures environ.

» *b. Sucre.* — Donna des embryons normaux, mais beaucoup moururent à la sortie de l'œuf.

On n'observait aucune différence entre *c* (sucre ou sel) et les témoins.

» En résumé, l'action des solutions salines ou sucrées se manifeste avec intensité sur l'œuf vierge des batraciens, puisqu'il y a commencement de segmentation vraie au fausse, même lorsque le contact est très court.

» L'œuf fécondé, traité de la même façon, devrait subir soit une accélération (si la solution agit comme le spermatozoïde), soit un retard, s'il y a simplement manifestation de phénomènes physiques, phénomènes dont la cause, soit physique, soit physico-chimique, devrait contrarier le développement normal. Au contraire, pour qu'il y ait retentissement sur les stades ultérieurs, le contact doit être permanent, ou du moins se continuer jusqu'à une certaine période critique.

» *Conclusions.* — L'œuf, avant la fécondation, semble beaucoup plus sensible aux changements de milieu qu'après la pénétration du spermatozoïde. J'ai déjà fait cette remarque dans d'autres expériences.

» En second lieu, il y a une différence marquée dans le développement de l'embryon des batraciens lorsqu'on le soumet à l'action des solutions isotoniques salées ou sucrées :

$CaCl^2$ à 1,4 pour 100 donne des morulas,
$NaCl$ à 1 pour 100 tue l'œuf au stade 4.

» Le sucre à 10 pour 100 n'a pas d'influence marquée jusqu'à la fermeture du blastopore. Ce moment marque le début d'une période très critique pour l'embryon. Jusque-là, le développement est régulier, et il y a seulement une dépression au pôle supérieur. La différence est trop sensible pour qu'il n'y ait pas une action chimique spéciale pour chacune des solutions, qui serait plus intense et plus nuisible avec les chlorures qu'avec le sucre, et qui probablement s'ajouterait à l'action physique.

» Il peut se faire que, dans le cas de la parthénogenèse expérimentale, l'action physique seule agisse; le temps pendant lequel l'œuf est en contact avec les solutions étant trop court pour que l'action chimique apparaisse. »

PHYSIOLOGIE. — *Excitation des nerfs et des muscles par des ondes de très courte durée*. Note de M. G. WEISS, présentée par M. Marey.

« A l'aide d'un interrupteur rapide j'ai pu étudier l'excitation des nerfs et des muscles par des courants continus d'une durée très courte. Mon appareil me permit en effet de fermer un courant avec une grande précision pendant un temps inférieur à 0",0001 ou de faire succéder deux ondes.

La durée des ondes et leur intervalle est variable à la volonté de l'expérimentateur et réglable avec la plus grande facilité.

» Grâce à cet instrument qui fonctionne avec une régularité parfaite, j'ai pu établir les règles suivantes :

» 1° Quand on excite un nerf par un courant continu, la quantité d'énergie mise en jeu pour provoquer l'excitation passe par un minimum pour une durée déterminée du passage du courant.

» 2° Cette durée, la plus favorable, croît avec la distance des électrodes sur le nerf. Elle est d'environ 0",00046 pour une distance des électrodes de 2^{mm} et s'élève à 0",0012 pour une distance de 16^{mm}.

» 3° La même règle s'applique pour les courants ascendants ou descendants.

» 4° Pour le muscle, j'ai trouvé comme période la plus favorable 0",0012.

» 5° Il y avait lieu de se demander si l'excitation se produisait au moment de la fermeture et de la rupture du courant, comme le pensait du Bois-Raymond, ou si elle avait lieu pendant toute la durée du passage du courant.

» Dans le premier cas, en remplaçant une onde par deux ondes ayant, en y comprenant leur intervalle, la même longueur que l'onde primitive, ce qui revient à pratiquer une lacune dans la première onde, on doit avoir une excitation plus favorable, c'est-à-dire que l'on doit pouvoir baisser le voltage tout en restant au seuil de l'excitation.

» Dans le second cas, toute lacune doit au contraire nécessiter un voltage plus élevé.

» Or, l'expérience a montré que c'était ce second cas qui se trouvait réalisé. Toute lacune nécessite une hausse du voltage d'autant plus grande que la lacune est plus longue.

» 6° Deux ondes successives sont toujours moins efficaces qu'une seule onde égale en durée à la somme des durées de ces deux ondes. Ce qui revient à dire que, pour une même quantité d'électricité dépensée, l'excitation est moindre s'il y a une interruption dans le passage. Il en résulte que plus on subdivise les ondes, moins elles sont efficaces, c'est-à-dire que plus on subdivise les ondes plus le seuil de l'excitation est élevé et plus on peut forcer le voltage sans avoir de réponse.

» Toutes ces expériences ont été faites sur la grenouille. »

PHYSIOLOGIE. — *Action de l'alcool sur la sécrétion gastrique.* Note de MM. **Albert Frouin** et **M. Molinier**, présentée par M. Duclaux.

« On sait que l'alcool introduit dans l'estomac augmente la sécrétion gastrique au début. Les physiologistes admettent que cette hypersécrétion est due à une action directe qui se manifeste par une excitation particulière sur les terminaisons nerveuses, et à une modification de la circulation locale qui se termine par une vaso-constriction suivie d'une vaso-dilatation des capillaires. Cette interprétation semble vérifiée par la sensation de chaleur ressentie et localisée dans l'estomac après l'absorption d'une boisson alcoolique; elle est cependant trop exclusive et trop absolue.

» Nous avons expérimenté sur des chiens à estomac séquestré ([1]) en leur faisant ingérer, au moyen de sucre comme excipient, 20^{cc} d'alcool à 30°; nous avons toujours obtenu une hypersécrétion de suc gastrique acide et très actif.

» Dans ce cas, on ne peut pas invoquer l'action de ce liquide sur les terminaisons nerveuses ni sur la circulation de la muqueuse stomacale, puisque l'alcool ingéré passe directement dans l'intestin; on peut simplement nous objecter que cette substance a pu agir sur les voies gustatives et provoquer une sécrétion psychique considérable.

» Cette objection tombe d'elle-même si l'on introduit de plus grandes quantités d'alcool par la voie rectale, et du même coup l'expérience devient plus intéressante.

» *Expérience.* — Nous avons expérimenté sur deux chiens à estomac séquestré que nous désignerons par A et B. La moyenne journalière de la sécrétion du chien A était de 312^{cc} avant l'expérience. Celle du chien B était de 280^{cc}.

» Ces animaux reçoivent le 20 mars, à 11^{h} du matin, par voie rectale, 200^{cc} d'alcool à 20°. Vingt minutes après l'introduction du liquide alcoolique, l'ivresse est complète, les sujets sont incapables d'aucun mouvement et ne tardent pas à s'endormir.

» A 3^{h} de l'après-midi, on retire, pour le chien A, 135^{cc} de suc gastrique ayant une acidité de $3^{gr},06$ d'acide chlorhydrique libre par litre; pour le chien B, 22^{cc} ayant une acidité de $2^{gr},44$ d'acide chlorhydrique libre par litre.

» Les animaux restent dans un état de somnolence jusqu'à 7^{h} du soir; à ce moment on leur présente à boire et l'on recueille leur urine.

» Nous avons recherché et caractérisé la présence de l'alcool dans le suc gastrique

(1) A. Frouin, *Journ. de Physiol. et de Path. gén.*, p. 447; 3 mai 1894.

et dans l'urine recueillis soit par la réaction de l'iodoforme, soit par la réaction de Vitali.

» Le lendemain, à 11^h, toute trace d'ivresse a disparu, et l'on recueille, pour le chien A, 420^cc de suc gastrique ayant une acidité de 4^gr,04 d'acide chlorhydrique libre par litre. Ce qui porte la sécrétion totale de vingt-quatre heures à 555^cc. Dans le même temps, le chien B a fourni 400^cc de liquide ayant une acidité de 5^gr,25 en acide chlorhydrique libre, ce qui porte sa sécrétion à 422^cc par vingt-quatre heures.

» On voit donc que, sous l'influence de l'alcool, quel que soit le mode ou le lieu de l'absorption, la sécrétion stomacale est augmentée en quantité et en qualité, car les animaux sont restés, pour ainsi dire, à jeun pendant vingt-quatre heures.

» L'un de nous a montré que, dans l'état de jeûne, la sécrétion stomacale était continue, mais qu'elle était caractérisée par la réaction neutre du suc gastrique [1].

» L'hypersécrétion du suc gastrique sous l'influence de l'alcool n'est pas due à une action directe et locale de cet agent sur la muqueuse; nous éliminons l'action qu'il peut produire sur les terminaisons nerveuses des voies gustatives, en le faisant absorber par le rectum, mais on peut nous faire une objection qui aurait sa valeur, puisque nous avons caractérisé ce produit dans le suc gastrique, et nous dire qu'il agit encore directement, grâce à sa diffusion.

» Le Tableau suivant renferme les indications sur la sécrétion et l'acidité du suc gastrique de chaque animal.

	Chien A.		Chien B.	
	Quantité.	Acidité.	Quantité.	Acidité.
	cc	gr	cc	gr
20 mars, 11^h du matin, introduction de 200^cc alcool à 20°. A 3^h on retire..	135	3,06	22	2,44
21 mars, à 11^h du matin............	420	4,04	400	5,25
Sécrétion totale des 24 heures........	555		422	
22 mars, sécrétion des 24 heures......	1100	4,38	1330	4,70
23 » » »	1055	4,23	1350	4,59
24 » » »	430	3,72	570	4,48
25 » » »	970	2,19	885	4,01
Moyenne par 24 heures du 20 au 25....	888	3,603	1043	4,445
Moyenne normale..................	312	2,87	280	3,07

(1) A. Frouin, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, p. 498; 10 juin 1899.

» En examinant le Tableau précédent, nous voyons que la sécrétion augmente et reste à un taux élevé jusqu'au 25 mars. La quantité moyenne du 20 au 25 mars est de 888^{cc} pour le chien A, avec une acidité de 3^{gr},603 d'acide chlorhydrique par litre, alors que la moyenne normale de cet animal avant l'expérience n'était que de 312^{cc} avec une acidité de 2^{gr},87.

» Le chien B sécrète une moyenne de 1043^{cc} de suc gastrique avec une acidité de 4^{gr},445 d'acide chlorhydrique par litre; sa sécrétion normale avant l'expérience n'était que de 280^{cc} avec une acidité de 3^{gr},07.

» L'alcool produit donc une hypersécrétion qui se manifeste encore alors que ce corps a disparu; il ne peut donc pas être question d'une excitation directe expliquée par la diffusion, car on ne peut plus caractériser sa présence dans le suc gastrique quarante-huit heures après l'ingestion. On doit admettre que c'est par une action sur le système nerveux qu'il produit ainsi un effet de longue durée.

» En résumé, nous pouvons conclure de ces expériences : 1° que l'alcool produit une hypersécrétion de suc gastrique, mais que celle-ci n'est pas simplement due, comme on le supposait, à une action locale, puisque, introduit directement dans l'intestin, il produit la même action; 2° que l'action sur les terminaisons nerveuses des voies gustatives n'est pas importante, car l'introduction par voie anale produit le même effet; 3° c'est à une action spéciale sur le système nerveux que l'alcool doit son action, puisque cette action persiste pendant plusieurs jours et augmente même d'intensité. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la seconde fermentation ou prise de mousse des vins de Champagne.* Note de M. **E. Manceau**, présentée par M. Duclaux.

« La préparation des vins mousseux naturels consiste essentiellement dans la mise en bouteilles du vin de la *cuvée,* mélange de vins vieux et de vins nouveaux, contenant une faible proportion de sucre. Ce poids de sucre doit être tel que le gaz carbonique dégagé par fermentation détermine une pression intérieure de 4 à 5 atmosphères, mesurée à la température de 0°.

» Pour acquérir la même pression après la prise de mousse, des vins différents ne doivent pas, en général, être également sucrés.

» Dans l'hypothèse, ordinairement admise jusqu'à ce jour, d'une fer-

mentation totale du sucre, ces variations s'expliquaient par une seconde hypothèse : l'inégalité des pouvoirs dissolvants des vins pour le gaz carbonique.

» Mes recherches conduisent à une explication toute différente.

» Depuis 1895, j'ai suivi, chaque année, dans le cours de leur préparation, les transformations chimiques de plusieurs centaines de cuvées. En particulier, le sucre était évalué avant et après la seconde fermentation, ainsi que pendant les années suivantes. La pression du vin mousseux était déterminée à la température de 0°.

» Dans un certain nombre de ces vins, j'ai étudié la solubilité du gaz carbonique en recueillant sur le mercure les gaz contenus dans la bouteille. L'absorption par la potasse permettait de tenir compte d'une petite quantité d'azote.

» J'ai contrôlé ces mesures en saturant de gaz carbonique pur, à la température de 0°, sous des pressions croissantes, jusqu'à 6 atmosphères, un volume de 200^{cc} de vin, préalablement privé des gaz en solution. Le gaz carbonique dissous était recueilli et mesuré sur le mercure.

» Les conclusions de ces recherches sont les suivantes :

» I. La seconde fermentation des vins de Champagne est généralement partielle.

» Dans les grands vins de Champagne, dont la richesse alcoolique dépasse 11 degrés, plusieurs milliers d'analyses effectuées depuis 1895 accusent un résidu de sucre dont le poids varie entre 5 et 70 pour 100 du sucre contenu dans le vin avant la fermentation en bouteilles.

» II. A la température de 0° jusqu'à la pression de 6 atmosphères, la solubilité du gaz carbonique dans les vins de Champagne et, plus généralement, dans un grand nombre de vins destinés à la préparation des vins mousseux, ne suit pas la loi de Dalton. Les poids de gaz dissous par 1^{lit} de vin, pour une unité de pression, augmentent rapidement, à mesure que la pression s'élève, jusqu'à 6 atmosphères, limite actuelle de mes expériences.

» III. Les poids de gaz carbonique nécessaires pour saturer, à la température de 0°, sous une même pression, des volumes égaux de différents vins de Champagne, sont voisins.

» Il résulte de ces observations que la fermentation partielle du sucre est la cause principale de la variation des proportions de sucre exigées par les différents vins pour acquérir la même pression. Le rôle du pouvoir dissolvant est tout à fait secondaire.

» Des vins très différents, d'une richesse alcoolique de 8° à 13°, dans lesquels la levure a utilisé le même poids de sucre, possèdent des pressions très voisines.

» La préparation des vins mousseux serait une opération incertaine si l'on ne pouvait prévoir le poids de sucre inutilisé, ou bien encore préciser les conditions à réaliser, si possible, pour que ce résidu soit négligeable.

» Depuis 1898, je poursuis des expériences en vue de rechercher quelles principales causes influent, dans les conditions normales de la préparation des vins mousseux, sur le poids du résidu sucré.

» J'ai étudié :

» 1° L'influence de la levure, par fermentation du même vin, stérilisé, diversement ensemencé. Ces expériences ont été répétées sur plusieurs vins, ainsi que sur ces vins non stérilisés.

» 2° L'influence de la température par fermentation du même vin à 10° et à 20°.

» 3° L'influence de la composition du milieu, par fermentation, dans des conditions identiques, de vins dont la composition variait seulement par la proportion de la substance examinée.

» Enfin, comme toutes ces influences sont connexes, je me suis proposé, dans une quatrième série d'expériences, de rechercher leurs relations.

» Ces expériences, très nombreuses et très longues, ne seront pas terminées avant plusieurs années.

» Dès maintenant, les résultats suivants sont acquis :

» *Influence de la levure.* — Le nombre des cellules de levure existant au moment de la mise en bouteilles n'a d'influence que jusqu'à un certain maximum très rapidement atteint. Pour des vins ensemencés à cette dose maxima, l'origine de la levure possède une influence considérable. Les levures d'Ay, de Bouzy, de Cramant, de Verzenay laissent des résidus sucrés très inégaux.

» Une même levure donne des résultats différents suivant le milieu dans lequel on l'a préalablement cultivée.

» *Influence de la température.* — La fermentation est généralement plus complète à 20° qu'elle ne l'est à 10°. J'ai constaté cependant le phénomène inverse dans certains cas particuliers.

» *Influence du milieu.* — Le poids du résidu sucré s'élève, évidemment, avec la proportion d'alcool. L'influence est très grande à partir de 12° d'alcool.

» Dans des vins contenant environ 6^{gr} de glycérine par litre, l'addition de 1^{gr} à 10^{gr} de glycérine par litre diminue le poids du résidu sucré.

» L'acide citrique, jusqu'à 10^{gr} par litre de vin, n'a pas d'influence sensible.

» Il est difficile d'apprécier l'action de l'acide tartrique. L'addition de cet acide provoque généralement la précipitation de bitartrate de potasse et, dans ce cas, la fermentation devient de moins en moins complète.

» La nature et la proportion des gaz dissous dans le vin au moment de la mise en bouteilles, le gaz carbonique sous pression, la proportion de potasse, d'acide phosphorique, de matières azotées, paraissent exercer des influences sensibles, qui seront précisées par les expériences actuellement en cours. »

RADIOGRAPHIE. — *Appareil de mensuration exacte du squelette et des organes donnant une image nette en radiographie*. Note de M. G. CONTREMOULINS, présentée par M. Guyon.

« L'appareil de mensuration radiographique dont il s'agit procède du même principe que l'appareil de recherche de projectiles dans le crâne que j'avais créé en avril 1897 et qui a été présenté à l'Académie de Médecine le 23 novembre de la même année.

» Il se compose de deux parties distinctes :

» La *première* comprend un dispositif plafonnant qui fixe à volonté dans l'espace soit une source de rayons X, soit une aiguille dont la pointe prend la place de cette source, de telle sorte qu'un simple déplacement transversal de pièces métalliques suffit pour avoir soit le foyer du tube en un point de l'espace déterminé, soit la matérialisation de ce foyer en ce même point de l'espace.

» Un deuxième dispositif de cette partie de l'appareil permet également de déplacer tout l'ensemble; de telle sorte que le même tube de Crookes peut être excité successivement en deux positions voisines l'une de l'autre afin d'effectuer ainsi deux images radiographiques d'un même sujet sous deux angles d'incidence différents (appareil de stéréoscopie simple).

» La matérialisation dans l'espace, par les aiguilles, des foyers d'émission des rayons X, dans les deux positions successives occupées par le tube, permet de représenter d'une façon tangible, au moyen de fils tendus, par exemple, le trajet des rayons X et la projection conique des pièces osseuses ou des organes sur le plan de la plaque sensible dans les mêmes angles d'incidence.

» La *deuxième partie* de l'appareil comprend une table spéciale, fixée au sol sous l'ensemble précité.

» Sur cette table est montée une sorte de tiroir en bois, d'une construction particulière, dans lequel on introduit, à frottements doux, des châssis radiographiques. Un

repérage métallique permet, en outre, de déterminer exactement le point d'incidence normal des rayons X à la plaque sensible pour chaque position du foyer du tube.

» Sur le tiroir, le sujet est couché, pour le cas donné comme exemple, dans une position naturelle de décubitus dorsal; les jambes sont calées en demi-flexion, pour assurer plus de stabilité. Les bras, croisés sous la tête, sont également calés à l'aide de coussins garnis de sable ou de feutre, et les flancs sont protégés par des lames de plomb formant écran opaque aux radiations secondaires.

» Deux épreuves radiographiques sont prises successivement, les châssis étant changés sous le sujet sans que celui-ci puisse se déplacer et le tube ayant été changé d'incidence entre les deux opérations.

» Ensemble, les deux poses n'entraînent que dix minutes d'immobilisation quand il s'agit de la région pelvienne, et six minutes, tout au plus, pour la région thoracique.

» En outre et ceci est l'un des points essentiels de cette méthode, il n'est point nécessaire de s'inquiéter de l'orientation du malade, ni de l'angle d'incidence du tube par rapport à lui, car, quelle que soit cette position, quel que soit cet angle d'incidence, la détermination dans l'espace des points cherchés sera toujours aisée et les écarts possibles, dans la détermination, ne dépasseront jamais un demi-millimètre.

» Le schéma de reconstitution que le dispositif montre indique nettement tous les avantages de cette méthode dans les cas de pelvimétrie radiographique, par exemple, puisqu'elle supprime l'obligation de prendre des points de repère sur le sujet et de lui donner une position spéciale quelle que soit la forme, normale ou viciée, des pièces du squelette à déterminer.

» La mensuration ordinaire d'un bassin faite sur douze points du détroit supérieur demande exactement $1^h 10^m$, car il faut, après les deux opérations radiographiques sur le sujet, qui durent dix minutes, développer les clichés et les sécher, puis effectuer le transport des images et le montage des fils.

» L'appareil est construit également en vue de la recherche et la détermination de l'emplacement exact des corps étrangers contenus dans l'organisme et comporte en ce cas l'emploi d'un compas spécial d'opération, car c'est alors un complément indispensable comme pour l'appareil de recherche de projectiles dans le crâne.

» Enfin l'une des caractéristiques importantes de cette méthode est encore, comme pour la méthode de lever des plans de M. le colonel Laussedat, qu'il suffit d'avoir noté la distance du tube à la plaque pour pouvoir plus

tard, à n'importe quelle époque, reconstituer dans l'espace la partie de l'image radiographique qu'on désire étudier.

» C'est une ressource si précieuse quand il importe de suivre l'évolution d'un sujet, que je crois pouvoir me borner simplement à la signaler. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine et le mode de formation du minerai de fer oolithique de Lorraine.* Note de M. STANISLAS MEUNIER.

« Dans sa séance du 18 février dernier, l'Académie a reçu de M. Georges Rolland une Communication dont la conclusion est que les couches de minerai de fer de l'arrondissement de Briey se sont constituées au fond de la mer toarcienne, les courants ayant distribué, là où on les trouve, les oolithes ferrugineuses (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 444).

» Ayant eu l'occasion, à de nombreuses reprises, d'étudier sur le terrain de semblables gisements et d'examiner, au laboratoire, les roches que j'y avais recueillies, je crois devoir déclarer qu'une semblable manière de voir me paraît, de tous points, inacceptable.

» Les couches qui nous occupent se présentent pour moi comme des produits de transformation sur place, sans altération notable de leur structure, de couches antérieurement calcaires, comme celles qui se rencontrent à tant de niveaux du terrain jurassique. Qu'on prenne des fragments de calcaire oolithique fossilifère et qu'on l'arrose pendant un temps suffisant avec une solution de sulfate de fer, puis qu'on examine, au microscope, des lames minces préparées au travers de sa substance, et l'on verra les débuts et les progrès d'une *ferruginification* qu'il est très intéressant de suivre. Celle-ci est identique dans son principe à la *silicification* à laquelle se rattachent par exemple les gisements de meulières des terrains tertiaires parisiens, où l'on retrouve, avec une composition nouvelle, tous les détails de structure (y compris les fossiles) de couches antérieurement tout autres et qui pouvaient être calcaires.

» Quant à la forme oolithique des masses considérées, elle n'a certainement rien de commun avec celle du dépôt initial et il suffit d'étudier de près les oolithes des calcaires jurassiques pour en être convaincu. Elles aussi contiennent fréquemment des débris de fossiles et elles affectent tous les caractères de produits lentement concrétionnés.

» Il faut reconnaître cependant que cette manière de voir rencontre à première vue des objections qui paraissent graves. La principale est d'ordre chimique et concerne la composition des oolithes de limonite. Quand on les laisse digérer dans l'acide chlorhydrique moyennement concentré à la température ordinaire, on les voit, au bout de quelques jours, se décolorer presque complètement sans perdre leur forme pendant que le liquide dissout tout le fer. Il reste des globules gris d'apparence argileuse dont on ne voit pas les correspondants dans les calcaires oolithiques regardés tout à l'heure comme milieu générateur des oolithes ocreuses.

» Mais un examen plus approfondi de la question lève cette difficulté d'une façon complète et qui m'a vivement intéressé. On reconnaît en effet que la matière grise argiloïde qui vient d'être mentionnée n'est pas de l'argile, malgré son apparence, et consiste, à part son mélange avec du sable, en hydrate d'alumine à peu près pur; c'est une variété de bauxite et sa rencontre en pareil gisement est tout à fait digne d'attention, étant donné que cette substance manifeste avec la limonite des traits multiples d'affinité au point de vue géologique. On sait en effet, par exemple, que le calcaire est tout aussi apte à précipiter l'alumine que le fer de ses dissolutions salines. De sorte que, si un fragment de calcaire est plongé dans une dissolution de sulfate d'alumine, il se fait un précipité d'alumine, il se dissout du sulfate de chaux et il se dégage de l'acide carbonique.

» Tout cela posé, voici comment il paraît légitime de reconstituer l'histoire des couches à oolithes ferrugineuses : Tout d'abord, la mer toarcienne a déposé des assises de limon calcaire plus ou moins argileux et sableux, parfois presque pur, dans lequel étaient ensevelis les coquilles et les autres vestiges des animaux marins habitant le bassin aqueux. Dans un second temps, et en conséquence des mouvements moléculaires dont la masse a été le siège, il est devenu oolithique ; le calcaire s'est arrangé autour de certains centres, grains de sable ou autres objets, et les matières autres que le calcaire, argile, etc., ont été refoulées dans les interstices des oolithes. Enfin, dans un troisième temps, la formation a été baignée, sans doute très lentement, par des eaux contenant des sels solubles de fer et d'alumine et qui pouvaient n'en renfermer que des traces. Les molécules de calcaire ont été comme des pièges arrêtant au passage ces matières métalliques et il y a eu une épigénie progressive de tout le terrain qui, tout en conservant les traits principaux de sa structure et jusqu'à ses fossiles, s'est ferruginisé et aluminisé; il est passé à l'état de minerai de fer oolithique, par rubéfaction de sidérose d'abord produite.

» Les confirmations de cette hypothèse pourraient être réunies en grand nombre. Citons spécialement celle qui résulte de l'analyse chimique des limonites de Lorraine et des contrées analogues.

» On y dose très souvent l'alumine en quantité disproportionnée à la silice dans la supposition qu'elles contiendraient de l'argile. Dans la mine de Frouard, j'ai trouvé jusqu'à 13 d'alumine pour 8 de silice; soit plus de 60 pour 100 d'alumine, au lieu de 25 ou de 26 pour 100 que contiennent les argiles. Des analyses publiées de la limonite de Chavigny et de Lay-Saint-Christofle donnent 10,00 et 13,20 d'alumine contre 3,70 et 5,00 de silice et l'on pourrait multiplier indéfiniment ces exemples. Ajoutons qu'une bonne partie de la silice dont il s'agit est à l'état de sable quartzeux et par conséquent doit encore être diminuée de celle entrant dans la composition d'un silicate argiloïde. Enfin, il est clair que le calcaire, qui est devenu limonite par épigénie,

pouvait être plus ou moins argileux et son argile subsiste après la transformation. C'est ce qui explique les différences présentées par les analyses des diverses variétés de limonite oolithique.

» Une autre remarque concerne la dimension et la forme des oolithes ferrugineuses comparées aux oolithes calcaires :

» Elles sont d'ordinaire plus petites et moins sphériques, étant aplaties dans le sens de la stratification. Il est évident que la substitution de la sidérose ou de la limonite, dont la densité est 3,8, à la calcite qui pèse 2,7 ne peut se faire sans déterminer, dans la masse qui en est le siège, une contraction notable et par suite un tassement dont la forme aplatie des oolithes ferrugineuses est comme un reflet.

» Un poids donné de carbone (6^{gr}, par exemple) passe de la substance de 50^{gr} de calcite initiale, qui occupait $18^{cc},5$, dans celle de 58^{gr} de sidérose qui occupe seulement $15^{cc},2$. Le rapport de ces deux capacités, ou 0,821, représente la contraction de chaque unité de volume de la couche, qui est de $\frac{1}{5}$ environ.

» Comprise ainsi, la genèse des assises de limonite oolithique de Lorraine constitue un paragraphe remarquable de l'histoire des transformations successives auxquelles les couches du sol sont en proie d'une manière continue. »

M. J. Delitala adresse un Mémoire de Géodésie, ayant pour titre : « Détermination simultanée de deux stations inconnues. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Botanique présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. *Adolphe Chatin* :

En première ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*.. { M. B. Renault. / M. R. Zeiller.

En seconde ligne, par ordre alphabétique. . . . . . . { M. Bureau. / M. Costantin. / M. Mangin.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 mars 1901.

Atlas d'Algérie et de Tunisie, par Henri Mager. Paris, Ernest Flammarion, s. d.; 1 fasc. petit in-4°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Le haut Yang-Tse, de I-Tchang Fou à Ping-Chan Hien, en 1897-1898; *Voyage et Description; Complément de l'Atlas du haut Yang-Tse*, par le R. P. S. Chevalier, S. J.; 2e fasc. *De Tchong-King à Ping-Chan Hien*. Chang-Hai, impr. de la *Presse Orientale*, 1899; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Les observations astronomiques et le balancement polaire, par M. J. Péroche. Paris, Félix Alcan, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. G. Fouret, Paris, Gauthier-Villars, 1901; 1 fasc. petit in-4°.

Bulletin de la Société mathématique de France; t. XXIX, fasc. 1. Paris, 1901; 1 fasc. in-8°.

I terremoti d'Italia. Saggio di storia geografia e bibliografia sismica italiana, con 136 *sismocartogrammi*, lavoro del Dr Mario Baratta. Turin, Fratelli Bocca, 1901; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Fouqué.)

Carta sismica d'Italia; quattro fogli a colori alla scala di 1 a 1800000 con fascicolo esplicativo, del Dr Mario Baratta. Voghera, 1901; 1 fasc. petit in-4°, et 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Fouqué.)

Mechanika, sepral Dr Cenek Strouhal. (Sbornik jednoty ceskych Mathematiku v. Praze, cislo IV.) Prague, 1901; 1 vol in-8°.

Researches in experimental Phonetics, first series, by E.-W. Scripture. New-Haven, Conn., 1900; 1 fasc. in-8°. (Pour le prix Volney.)

La cause générale des marées et des courants maritimes dans l'Océan, par Georges Olbrich. Mendoza (Rép. Arg.), 1901; 1 fasc. in-8°.

R. Istituto tecnico superiore di Milano. Programma, anno 1900-1901. Milan, 1901; 1 fasc. in-8°.

Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique, 1899, 66e année, *Supplément*. Bruxelles, 1900; 1 vol. in-18.

Annuaire astronomique de l'Observatoire royal de Belgique, publié par les soins de L. Niesten, 1901. Bruxelles, 1901; 1 vol. in-18.

Observatoire royal de Belgique. Annuaire météorologique pour 1901, publ. par les soins de A. Lancaster. Bruxelles, 1901; 1 vol. in-18.

Memoirs of the geological Survey of India. Paleontologia Indica; ser. IX, vol. II, part II, and ser. XV, vol. III, part II. Calcutta, 1899-1900; 1 vol. et 1 fasc. in-f°.

Inhaltsverzeichniss der Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe und der philosophisch-philologischen und historischen Classe der K. B. Akademie der Wissenschaften, Jahrgang 1886-1899. Munich, 1900; 2 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, IVe série, t. XV, n° 1. Bruxelles, 1901; 1 fasc. in-8°.

Memoirs and Proceedings of the Manchester litterary and philosophical Society, 1900-1901, vol. XLV, part I. Manchester; 1 fasc. in-8°.

Casopis pro pestovani Mathematiky a Fysiky; rocnik XXX, cislo I-III. Prague, 1900-1901; 3 fasc. in-8°.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina, Enero-Febrero 1901, entrego I y II, tomo LI. Buenos-Ayres, 1901; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 15 avril 1901.)

Note de M. *Edmond Maillet,* Sur les racines des équations transcendantes :

Page 909, ligne 12, *au lieu de* X, *lisez* X_1.
Même page, lignes 15 et 22, *au lieu de* γ, *lisez* r.
Page 910, ligne 2, *au lieu de* 9, *lisez* q.
Même page, ligne 17, *au lieu de* X, *lisez* ρ.

Note de M. *G.-A. Hemsalech,* Sur les étincelles oscillantes :

Page 919, légendes de la *fig.* 2 et page 920, ligne 4, *au lieu de* heure-gr. *lisez* henry.

N° 16.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 22 avril 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 16.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

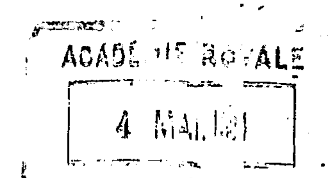
COMITÉ SECRET.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1901

PREMIER SEMESTRE



COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 17 (29 Avril 1901).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 AVRIL 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la compensation mécanique de la rotation du champ optique fourni par le sidérostat et l'héliostat.* Note de M. A. **Cornu**.

« La simplicité de la relation analytique qui lie au temps la rotation du champ optique observable avec le sidérostat (¹) a naturellement attiré l'attention des astronomes et des physiciens, intéressés à l'emploi de ce genre d'appareils, et suggéré l'idée d'obtenir la compensation mécanique de cette rotation particulièrement gênante pour la Photographie stellaire. Aussi M. le professeur H.-H. Turner, directeur de l'observatoire de l'Université de Cambridge (²), et notre confrère M. Lippmann (p. 931) ont-ils décrit

---

(¹) A. Cornu, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 537, et *Bulletin astronomique*, t. XVII, p. 49; 1900.

(²) H.-H. Turner, *Monthly Notices of R. A. S.*, Vol. LXI, p. 122; 1901.

récemment des dispositifs particuliers destinés à compenser cette rotation par une rotation égale et inverse imprimée à la plaque photographique.

» Antérieurement à ces descriptions purement théoriques, M. P. Gautier, artiste, membre du Bureau des Longitudes, avait réalisé, d'après des données numériques que je lui avais communiquées en mars 1899, un mécanisme simple, imposant au châssis photographique un mouvement angulaire compensateur suffisamment précis pour l'obtention d'un cliché astrophotographique de courte durée. C'est le dispositif qu'on a pu voir à l'Exposition universelle de 1900 au foyer de l'instrument gigantesque (lunette photographique et sidérostat) construit par M. Gautier.

» En donnant ce renseignement rétrospectif, je ne prétends ni réclamer la priorité d'une solution dont le mérite appartient à l'habile artiste, ni critiquer les travaux précités; je désire seulement établir que ce problème m'est familier depuis plusieurs années, présenter à mon tour une solution plus élégante et préciser les motifs qui limitent considérablement l'application de ces mécanismes compensateurs.

» Le dispositif que je vais décrire dérive d'études anciennes relatives à un objet bien différent : à l'occasion de *recherches sur la réflexion cristalline* [1], j'avais été conduit à réaliser mécaniquement la relation homographique

$$\operatorname{tang}(\alpha - \alpha_0) = \mathrm{K} \operatorname{tang}(\beta - \beta_0)$$

qui lie les plans de polarisation des rayons incident et réfléchi sur la surface d'un milieu isotrope ou cristallisé, et qu'on rencontre dans d'autres phénomènes optiques. Cette relation est précisément celle qui lie l'angle Υ de rotation du champ du sidérostat avec l'angle horaire $\mathcal{H}$ de l'astre, dont l'image est envoyée dans une direction fixe d'angle horaire ω [2] :

$$\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}\Upsilon = \mathrm{K} \operatorname{tang}\tfrac{1}{2}(\mathcal{H} - \omega) \quad \text{avec} \quad \mathrm{K} = \frac{\cos\frac{1}{2}(\rho + \delta)}{\cos\frac{1}{2}(\rho - \delta)}.$$

» Le plus précis des organes cinématiques qui réalise cette relation est le *joint universel*, ou joint *hollandais* ou encore *croisillon*, souvent employé en mécanique pratique pour transmettre un mouvement de rotation d'un

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 4 série, t. XI, p. 283.

(2) Le Mémoire du *Bulletin astronomique* a été traduit en anglais dans l'*Astrophysical Journal* (mars 1900), mais avec une faute d'impression sur la valeur de K : les signes + et — ont été intervertis.

axe AC à un autre axe CB incliné sur le premier et situé dans le même plan.

» Il se compose, comme on sait, de deux fourchettes symétriquement montées sur ces axes et réunies par deux tiges en croix; l'une aa' entraîne par pivotement l'axe AC, l'autre bb' est entraînée par l'axe CB, le point C étant à la fois le point de concours des deux axes, et le point de soudure des deux tiges rectangulaires aa' bb'.

» Si l'on désigne par α l'angle que fait le plan de la fourchette fixée à l'axe AC avec le plan des axes, par β l'angle corrélatif de la fourchette fixée à l'axe BC et par θ l'angle des deux axes, on obtient aisément la relation

$$\operatorname{tang}\alpha \operatorname{tang}\beta = -\cos\theta,$$

l'angle θ s'élevant à $180°$ lorsque les axes sont dans le prolongement l'un de l'autre; si $\theta = 0$, on a alors constamment $\alpha = \beta + 90°$.

» Si l'on remplace la considération du plan de la fourchette de l'axe BC par celui d'un plan perpendiculaire passant également par cet axe, on a $\beta' = \beta - 90°$ (de manière que β' s'annule en même temps que α) et il vient

$$\operatorname{tang}\alpha = \cos\theta \operatorname{tang}\beta'.$$

» On voit alors qu'il suffit, pour identifier, de poser

$$\alpha = \tfrac{1}{2}\mathrm{Y}, \qquad \beta' = \tfrac{1}{2}(Æ - \omega), \qquad \cos\theta = \mathrm{K}.$$

» L'identification est toujours possible lorsque K est en valeur absolue moindre que l'unité : c'est ce qui arrive avec le sidérostat pour toutes les distances polaires δ des astres à leur passage supérieur (ρ étant la distance polaire de la direction fixe du rayon réfléchi).

» Il suffit donc : 1° de donner à l'axe BC un mouvement de rotation moitié de celui du mouvement diurne;

» 2° De régler l'origine de l'angle β' par la condition de s'annuler lorsque l'angle horaire Æ de l'astre coïncide avec l'angle horaire fixe ω;

» 3° De donner aux deux axes l'inclinaison θ telle que $\cos\theta = \mathrm{K}$;

» 4° Enfin de diriger l'axe AC (sur lequel est fixée normalement la plaque photographique) suivant la direction fixe du rayon réfléchi.

» Quant à l'orientation du plan des deux axes AC et BC, elle est indifférente, car elle n'intervient pas dans les conditions de compensation du mouvement rotatif imprimé à la plaque.

» On disposera donc le plan de ces deux axes de la manière la plus commode au point de vue de la construction de l'appareil.

» On remarquera que l'angle θ doit, dans la pratique, être obtus, afin que les fourchettes ne risquent pas de buter l'une contre l'autre, ce qui arriverait nécessairement dans certaines positions si l'angle θ était aigu.

» Lorsqu'on change θ en $180° - \theta$, le cosinus change de signe; mais l'identification ne cesse pas de pouvoir se faire si l'on change le sens de rotation de l'angle β', c'est-à-dire du mécanisme horaire directeur.

» La valeur $\mathrm{K} = 0$ conduit à $\cos\theta = 0$: les axes AC et BC sont rectangulaires : on

retrouve ainsi le cas critique où le champ de vision est immobile malgré la rotation de l'astre.

» Enfin, il reste à lever une objection tirée de la nécessité de supposer K moindre que l'unité en valeur absolue, ce qui exclurait l'héliostat et même le sidérostat pour l'observation des passages inférieurs des astres, de l'application du même mécanisme à la compensation rotative de leur champ.

» Cette objection n'est qu'apparente. En effet, K étant plus grand que l'unité, au lieu de compter les angles α et β' à partir du plan des deux axes, comptons-les à partir de la normale à leur plan, on a alors :

$$\alpha_1 = \alpha + 90^\circ, \qquad \beta'_1 = \beta' + 90^\circ$$

et la relation ci-dessus devient

$$\operatorname{tang} \alpha_1 = \frac{1}{K} \operatorname{tang} \beta'_1,$$

expression qui conduit à une valeur de $\cos\theta$ moindre que l'unité.

» En résumé, le *joint universel* résout d'une manière simple et générale le problème de la compensation rotative du champ fourni par le sidérostat et l'héliostat : la solution qui en résulte est aussi rigoureuse que celles de MM. Turner et Lippmann, et elle a sur elles l'avantage d'être mécaniquement plus parfaite, car elle ne comporte que des mouvements de *pivotement* réalisables avec une rigueur presque indéfinie par les procédés mécaniques usités dans la construction des instruments de précision.

» Le défaut des solutions précitées est de comprendre les organes frottants, tels que *manchons* ou *coulisses*, d'une exécution moins rigoureuse, qui entraînent des résistances très inégales suivant l'angle sous lequel les tiges guidantes les conduisent; de là des coincements et des déformations qui altèrent la relation des rotations simultanées.

» Il me reste à dire pourquoi je n'ai pas indiqué plus tôt ni conseillé cette solution à l'habile constructeur qui aurait pu l'utiliser. C'est qu'elle est subordonnée à une condition rigoureuse que les sidérostats et les héliostats ne remplissent qu'imparfaitement, précisément à cause des pièces frottantes inhérentes à leur construction : il en résulterait des complications additionnelles provenant de l'imperfection de ces appareils.

» En effet, pour pouvoir opérer la compensation désirée avec la précision nécessaire à la Photographie céleste, on doit supposer que l'on connaît d'avance le point du champ autour duquel s'effectue la rotation, avec la même rigueur que celle dont le mécanisme compensateur est susceptible.

» Il y aurait donc d'abord un réglage préliminaire à effectuer, à savoir : la mise en coïncidence rigoureuse du centre de rotation du mécanisme

avec le centre de rotation du champ et ensuite l'addition d'un dispositif de rectification *en marche,* pour ramener la coïncidence des divers points du champ avec les étoiles au fur et à mesure des déplacements inévitables des images durant les longues durées d'exposition.

» Une pareille méthode de rectification est employée journellement dans les observatoires avec les équatoriaux photographiques pour l'obtention des clichés de la Carte du Ciel ; mais les conditions sont bien différentes : avec l'équatorial les erreurs à corriger sont produites par une sorte de *translation* qui est sensiblement la *même* pour tous les points du cliché : on peut donc la corriger par deux mouvements *indépendants,* l'un en ascension droite, l'autre en déclinaison, très bien définis par l'observation d'un point quelconque du champ.

» Dans l'observation avec un sidérostat, le problème de la *rectification en marche* est beaucoup plus complexe, non seulement par suite de l'imperfection pratique des organes moteurs du miroir, mais parce que tous les points du champ offrent des *déplacements différant* considérablement en *grandeur* et en *direction :* il faudrait donc observer simultanément au moins deux points du cliché (par exemple, l'un au centre l'autre à la circonférence), car la correction d'un seul point n'entraîne nullement celle de tous les autres et, de plus, on devrait disposer les réglages de manière que la rectification de l'un ne dérange pas la rectification de l'autre.

» Ces considérations, qui s'appliquent à tous les mécanismes proposés jusqu'ici, suffisent pour montrer que des solutions cinématiques simples en théorie entraînent beaucoup de complications dans la pratique.

» J'ai néanmoins jugé utile de signaler le dispositif du *joint universel* parce qu'il me paraît utilisable dans beaucoup de circonstances grâce à la perfection dont il est susceptible, perfection qu'on ne cherche pas à utiliser dans les applications ordinaires. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'emploi de l'oxygène dans les ascensions à grandes hauteurs.* Note de M. L. Cailletet.

« Les importantes recherches de P. Bert ont fait connaître l'action de l'oxygène sur l'organisme soumis à de faibles pressions ([1]). Les nombreuses expériences qu'il a réalisées ont montré qu'on peut éviter les

---

([1]) P. Bert, *La pression barométrique;* 1878.

accidents auxquels on est exposé dans un air raréfié en maintenant à peu près constante la quantité d'oxygène absorbée à chaque inspiration; aussi depuis cette époque les aéronautes emportent-ils, afin de conjurer les dangers de l'asphyxie, de l'oxygène qu'ils aspirent au moyen d'un tube flexible muni d'une embouchure placée entre les lèvres.

» Ce mode d'absorption de l'oxygène est tout à fait défectueux. En effet, depuis notre naissance, nous avons contracté l'habitude de respirer par le nez, et les aéronautes, malgré leur attention soutenue, parviennent difficilement à se soustraire à cette habitude invétérée en s'astreignant à respirer par la bouche.

» L'oxygène qu'ils aspirent au moyen de l'embouchure ne remplit guère que la cavité buccale, et il est ordinairement rejeté sans avoir pénétré dans les poumons.

» L'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie permettra aux aéronautes d'emporter et d'avoir à leur disposition de grandes quantités d'oxygène emmagasiné sous un faible volume, et d'assurer l'absorption de ce gaz sans les astreindre à aucune attention, à aucun soin particulier.

» Cet appareil se compose :

» 1° D'un ou de plusieurs vases contenant de l'oxygène liquide; 2° d'un récipient destiné à faire repasser à l'état gazeux l'oxygène liquide en le réchauffant; 3° enfin, d'une sorte de masque qui assure la respiration du gaz.

» L'oxygène liquide, dont la densité est voisine de celle de l'eau, donne en reprenant l'état gazeux environ 800 fois son volume d'oxygène à la température de zéro. Il suffira donc aux aéronautes d'emporter quelques litres d'oxygène liquide pour satisfaire à tous les besoins d'une ascension prolongée.

» Les récipients thermo-isolateurs, que notre savant confrère M. d'Arsonval a fait connaître dès 1887, offrent pour le transport et la conservation de l'oxygène liquide de grandes facilités [1].

---

[1] *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 11 janvier 1888.

Dans les *Comptes rendus* du 15 janvier 1898, M. d'Arsonval disait : « Je crois devoir rappeler que, me basant sur les expériences de Dulong et Petit sur le pouvoir thermo-isolateur du vide, j'ai répandu depuis 1887, parmi les médecins français, des réservoirs en verre *identiques, comme destination et comme forme*, à ceux employés par M. Dewar. » Ce qui, malgré les réclamations de M. Dewar, établit la priorité indiscutable de l'invention, en faveur de notre savant confrère.

» On pourrait même remplacer les vases en verre à doubles parois par des récipients métalliques que j'étudie en ce moment et qui seraient à l'abri de tout danger de bris et de destruction.

» Le vase qui contient l'oxygène liquide est fermé par un bouchon portant deux tubes métalliques de petit diamètre. Un de ces tubes s'arrête au-dessus du liquide et porte à son extrémité libre une poire aspirante et foulante en caoutchouc qui permet d'exercer, par insufflation d'air, une pression dans le récipient. L'oxygène liquide, sous l'effort de cette pression, s'élève dans le second tube et vient se déverser dans un vase en cuivre, sorte de petite chaudière tubulaire dans laquelle le liquide se réchauffe au contact de l'air ambiant et repasse rapidement à l'état gazeux.

» En sortant de ce vaporisateur, l'oxygène gazeux s'accumule dans un sac de caoutchouc qui sert de réserve et régularise sa distribution.

» C'est dans ce sac qu'aboutit le tube flexible qui l'amène à l'appareil respiratoire.

» Cet appareil est une sorte de masque en aluminium, recouvert de velours pour le protéger contre le refroidissement; il s'applique au moyen de bandes élastiques contre le visage de l'aéronaute, dont il ne recouvre que le nez et la bouche. En avant du masque est une soupape qui s'ouvre seulement sous l'action combinée de l'aspiration et la pression du gaz sortant du réservoir. L'oxygène, en soulevant cette soupape, pénètre dans le masque qu'il remplit et, de là, dans les poumons.

» Les aéronautes qui ont respiré l'oxygène pur assurent presque tous que cette absorption leur a causé des nausées et des malaises très pénibles. Afin de vérifier la réalité de cette assertion, j'ai entrepris une série d'expériences au Muséum d'Histoire naturelle, avec M. le Professeur Gréhant. Nous avons constaté que les chiens qui respirent l'oxygène pur éprouvent de l'anxiété et du malaise, mais que cet état cesse dès qu'on mélange à l'oxygène une certaine proportion d'azote ou d'air.

» En me basant sur ces observations, j'ai disposé à l'extérieur du masque un obturateur à ouverture variable, qui permet de mélanger dans le masque un certain volume d'air à l'oxygène aspiré.

» L'aéronaute règle cette ouverture de façon que la teneur en oxygène augmente à mesure qu'on s'élève davantage.

» Dans le but d'empêcher la condensation de la vapeur d'eau entraînée par les gaz de la respiration, je les fais s'écouler par un tube flexible muni d'une soupape spéciale, abritée sous les vêtements de l'aéronaute afin d'éviter la congélation.

» J'ai cherché, en construisant cet appareil, à le rendre aussi simple que possible, de manière que son fonctionnement soit assuré sans imposer aucune attention ni fatigue à l'aéronaute, dans l'état d'inertie musculaire et intellectuelle qui est la conséquence de son séjour dans l'air raréfié. Il lui suffira, lorsqu'il verra le réservoir d'oxygène se vider, d'agir sur la poire de façon à faire passer dans le vaporisateur une nouvelle quantité d'oxygène liquide.

» Dans une ascension internationale exécutée le 19 avril dernier, le comte Castillon de Saint-Victor, l'aéronaute si connu par son habileté et son courage, a bien voulu expérimenter l'appareil que je viens de décrire, en se servant d'oxygène comprimé dans un réservoir métallique, car, à notre grand regret, nous n'avions pu nous procurer de l'oxygène liquide au moment du départ.

» Le ballon *Éros*, cubant 2100^{mc}, gonflé avec du gaz d'éclairage, et monté par trois aéronautes, s'est élevé de l'usine du Landy à $8^h 50^m$ du matin, pour atterrir à $1^h 45^m$, dans le département d'Eure-et-Loir.

» J'extrais d'une lettre que m'a adressée le comte Castillon, le passage suivant : « Arrivés à 4400^m d'altitude, température : $-5°$, je mets le » masque de M. Cailletet, mes deux compagnons respirant l'oxygène avec » un simple tube relié au réservoir.

» Nous atteignons 5200^m. Mes deux compagnons commencent à ressentir » une légère oppression. A 5500^m, l'un d'eux est prêt à s'évanouir et je » dois renoncer à poursuivre mon ascension en hauteur.

» J'ai gardé le masque sur mon visage pendant près de deux heures, et, » grâce au dispositif de l'appareil, j'ai respiré pendant tout ce temps » l'oxygène mélangé à une certaine proportion d'air. Aussi n'ai-je pas » ressenti le moindre trouble, alors que mes compagnons étaient plus ou » moins souffrants ».

» J'espère que de nouvelles expériences plus complètes, qui auront lieu bientôt, confirmeront les heureux résultats constatés par le comte Castillon de Saint-Victor.

» J'ose donc espérer que, grâce à mon appareil, les aéronautes pourront à l'avenir s'élever en toute sécurité à des hauteurs qu'on n'avait pu atteindre jusqu'à ce jour. »

MÉCANIQUE. — *Sur la stabilité d'un système animé d'un mouvement de rotation.* Note de M. P. DUHEM.

« Lagrange a énoncé, en se fondant sur l'étude des petits mouvements, qu'une masse soumise à l'action de forces qui dérivent d'un potentiel est en équilibre absolu stable lorsque le potentiel est minimum; en réalité, sa démonstration ne prouve ni que la condition soit nécessaire, ni qu'elle soit suffisante; Lejeune-Dirichlet, par une méthode très simple et aujourd'hui classique, a prouvé que la condition était suffisante.

» Pour étudier la stabilité de l'équilibre relatif d'une masse qui tourne d'un mouvement uniforme autour d'un axe, on s'est servi jusqu'ici de la méthode des petits mouvements; cette méthode prête aux mêmes objections que la méthode suivie par Lagrange dans le cas de l'équilibre absolu.

» Nous nous proposons de trouver, par un artifice semblable à celui de Lejeune-Dirichlet, un caractère qui suffit, au moins sous certaines conditions, à assurer cette stabilité.

» I. Considérons un système dont $\mathcal{F}$ est le potentiel interne; supposons-le soumis à des actions extérieures dont Ω est le potentiel et dont le moment, par rapport à l'axe Oz, est essentiellement nul; supposons-le tournant autour de cet axe avec une vitesse angulaire ω_0, la même en tout point; une masse élémentaire dm est soumise à une force centrifuge dont les composantes sont $X_c = \omega_0^2 x\, dm$, $Y_c = \omega_0^2 y\, dm$, $Z_c = 0$; pour obtenir les conditions de l'équilibre relatif, il suffit d'écrire les conditions de l'équilibre absolu en adjoignant la force centrifuge aux actions extérieures; en d'autres termes, il suffit que l'on ait, en toute modification isothermique virtuelle, à partir de l'état considéré,

$$\delta(\mathcal{F} + \Omega) - d\mathfrak{E}_c = 0, \tag{1}$$

$$d\mathfrak{E}_c = \omega_0^2 \int (x\,\delta x + y\,\delta y)\, dm. \tag{2}$$

» Supposons le système animé d'un mouvement quelconque. La vitesse d'un point de la masse dm peut se décomposer en une vitesse $\omega(x^2 + y)^{\frac{1}{2}}$ normale au plan qui passe par ce point et l'axe des z et une vitesse φ située

dans ce plan ; la force vive du système est alors

$$\mathfrak{T} = W + \frac{1}{2}\int \varphi^2\, dm, \tag{3}$$

$$W = \frac{1}{2}\int \omega^2 (x^2 + y^2)\, dm, \tag{4}$$

tandis que le moment de la quantité de mouvement par rapport à Oz est

$$M = \int \omega (x^2 + y^2)\, dm. \tag{5}$$

» Dans une modification virtuelle quelconque, on a

$$\delta M = \int (x^2 + y^2)\ \delta\omega\, dm + 2\int \omega\ (x\,\delta x + y\,\delta y)\, dm, \tag{6}$$

$$\delta W = \int (x^2 + y^2)\,\omega\,\delta\omega\, dm + \int \omega^2 (x\,\delta x + y\,\delta y)\, dm. \tag{7}$$

» Si, dans l'état initial, tous les points tournent avec la même vitesse angulaire ω_0 autour de l'axe des z, on a, selon (2), (6), (7),

$$\delta W = \omega_0\, \delta M - d\mathfrak{E}_c. \tag{8}$$

Selon cette égalité (8), la condition (1) se transforme en la suivante :

» *On a l'égalité*

$$\delta(\mathfrak{F} + \Omega + W) = 0, \tag{9}$$

en toute modification isothermique virtuelle qui laisse invariable la quantité M.

» II. Voici maintenant la proposition qui fait l'objet principal de cette Note :

» *Si l'état d'équilibre relatif considéré fait prendre à la somme* $(\mathfrak{F} + \Omega + W)$ *une valeur minimum parmi celles qu'elle prend en des états voisins du système, où chaque élément a gardé sa température et où la quantité* M *a gardé sa valeur, l'état du système, assujetti à n'éprouver que des mouvements isothermiques, est stable pour tout dérangement qui n'altère ni la température de chaque élément, ni la quantité* M.

» Dans cet énoncé, deux états susceptibles de coïncider par une simple rotation autour de l'axe des z ne sont pas considérés comme deux états distincts, mais comme un seul état.

» Donnons au système un dérangement initial soumis aux conditions indiquées dans l'énoncé ; à l'instant t_1 où prend fin ce dérangement, $\mathfrak{F}$, Ω,

W prennent des valeurs $\mathcal{F}_1$, Ω_1, W_1; la vitesse φ, qui était nulle dans l'état d'équilibre relatif, prend une valeur φ_1 et, selon les égalités (3) et (4), la force vive prend une valeur

$$\mathfrak{T}_1 = W_1 + \frac{1}{2}\int \varphi_1^2 \, dm. \tag{10}$$

» Le système prend alors un mouvement isothermique; si t est un instant quelconque postérieur à t_1 et si θ est le travail des actions de viscosité entre t et t_1, on a

$$\mathcal{F} + \Omega + \mathfrak{T} = \mathcal{F}_1 + \Omega_1 + \mathfrak{T}_1 + \theta$$

ou, selon (2) et (10), en désignant par $\mathcal{F}_0$, Ω_0, W_0 les valeurs de $\mathcal{F}$, Ω, W, dans l'état d'équilibre relatif,

$$\left\{\begin{aligned} &\mathcal{F} + \Omega + W - (\mathcal{F}_0 + \Omega_0 + W_0) + \frac{1}{2}\int \varphi^2 \, dm - \theta \\ &\quad = \mathcal{F}_1 + \Omega_1 + W_1 - (\mathcal{F}_0 + \Omega_0 + W_0). \end{aligned}\right. \tag{11}$$

» Les trois sommes $(\mathcal{F}_0 + \Omega_0 + W_0)$, $(\mathcal{F}_1 + \Omega_1 + W_1)$, $(\mathcal{F} + \Omega + W)$ correspondent à la même valeur du moment M de la quantité de mouvement, soit par la condition restrictive apportée à la perturbation, soit parce que le mouvement, sous l'action de forces extérieures dont le moment est nul par rapport à Oz, a lieu sans changement de la quantité de mouvement par rapport au même axe. Elles correspondent aussi à une même valeur de la température de chaque masse élémentaire. D'autre part, chacune des quantités $\int \varphi^2 \, dm$ et $-\theta$ ne peut être que nulle ou positive. Dès lors, la démonstration donnée par Lejeune-Dirichlet s'applique ici, presque sans modification, et justifie le théorème énoncé.

» Ce théorème permet, entre autres conséquences, d'établir, sur la stabilité d'une masse fluide animée d'un mouvement de rotation, certaines propositions que nous avions déjà tenté de démontrer ailleurs (¹). Cette démonstration fera l'objet d'un Mémoire plus étendu. »

(¹) *Sur la stabilité de l'équilibre d'une masse fluide dont les éléments sont soumis à leurs actions mutuelles*, n° 8 (*Journal de Mathématiques*, 5ᵉ série, t. III, p. 189; 1897).

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre dans la Section de Botanique, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Adolphe Chatin*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Zeiller obtient	. . . .	35 suffrages
M. Renault »	. . . .	22 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Zeiller**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1901.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Montyon (*Médecine et Chirurgie*). — MM. Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Marey, Bouchard, Chauveau, Roux, Brouardel, Ranvier.

Prix Barbier. — MM. Bouchard, Guyon, Lannelongue, Guignard, d'Arsonval.

Prix Bréant. — MM. Marey, Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue.

Prix Godard. — MM. Guyon, Lannelongue, Bouchard, Marey, d'Arsonval.

Prix Bellion. — MM. Bouchard, Guyon, Lannelongue, Marey, d'Arsonval.

Prix Mège. — MM. Bouchard, Marey, Guyon, Lannelongue, d'Arsonval.

Prix Lallemand. — MM. Bouchard, d'Arsonval, Marey, Lannelongue, Ranvier.

Prix du baron Larrey. — MM. Bouchard, Guyon, Lannelongue, Marey, d'Arsonval.

Prix Montyon (*Physiologie expérimentale*). — MM. d'Arsonval, Marey, Bouchard, Lannelongue, Guyon.

Prix Pourat. — MM. Marey, d'Arsonval, Bouchard, Guyon, Lannelongue.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *Edmond Perrier* ayant pour titre : « Henri et Alphonse Milne-Edwards ». (Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle.*)

2° Un Ouvrage de M. *Chantre* intitulé : « L'homme quaternaire dans le bassin du Rhône ». (Présenté par M. Gaudry.)

3° La quatrième Partie de la *Revue technique de l'Exposition universelle de* 1900 : *Génie civil,* tome I, par M. *Ch. Jacomet.* (Présenté par M. Maurice Lévy.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une généralisation de l'intégrale définie.* Note de M. **H. Lebesgue**, présentée par M. Picard.

« Dans le cas des fonctions continues, il y a identité entre les notions d'intégrale et de fonction primitive. Riemann a défini l'intégrale de certaines fonctions discontinues, mais toutes les fonctions dérivées ne sont pas intégrables, au sens de Riemann. Le problème de la recherche des fonctions primitives n'est donc pas résolu par l'intégration, et l'on peut désirer une définition de l'intégrale comprenant comme cas particulier celle de Riemann et permettant de résoudre le problème des fonctions primitives ([1]).

» Pour définir l'intégrale d'une fonction continue croissante

$$\gamma(x)\,(a \leqq x \leqq b),$$

on divise l'intervalle (a, b) en intervalles partiels et l'on fait la somme des quantités obtenues en multipliant la longueur de chaque intervalle partiel

(1) Ces deux conditions imposées *a priori* à toute généralisation de l'intégrale sont évidemment compatibles, car toute fonction dérivée intégrable, au sens de Riemann, a pour intégrale une de ses fonctions primitives.

par l'une des valeurs de y quand x est dans cet intervalle. Si x est dans l'intervalle (a_i, a_{i+1}), y varie entre certaines limites m_i, m_{i+1}, et réciproquement si y est entre m_i et m_{i+1}, x est entre a_i et a_{i+1}. De sorte qu'au lieu de se donner la division de la variation de x, c'est-à-dire de se donner les nombres a_i, on aurait pu se donner la division de la variation de y, c'est-à-dire les nombres m_i. De là deux manières de généraliser la notion d'intégrale. On sait que la première (se donner les a_i) conduit à la définition donnée par Riemann et aux définitions des intégrales par excès et par défaut données par M. Darboux. Voyons la seconde.

» Soit la fonction y comprise entre m et M. Donnons-nous

$$m = m_0 < m_1 < m_2 < \ldots < m_{p-1} < \mathrm{M} = m_p;$$

$y = m$, quand x fait partie d'un ensemble E_0; $m_{i-1} < y \leqq m_i$ quand x fait partie d'un ensemble E_i.

» Nous définirons plus loin les mesures λ_0, λ_i de ces ensembles. Considérons l'une ou l'autre des deux sommes

$$m_0\lambda_0 + \Sigma m_i\lambda_i; \quad m_0\lambda_0 + \Sigma m_{i-1}\lambda_i;$$

si, quand l'écart maximum entre deux m_i consécutifs tend vers zéro, ces sommes tendent vers une même limite indépendante des m_i choisis, cette limite sera par définition l'intégrale des y qui sera dite *intégrable*.

» Considérons un ensemble de points de (a, b); on peut d'une infinité de manières enfermer ces points dans une infinité dénombrable d'intervalles; la limite inférieure de la somme des longueurs de ces intervalles est la mesure de l'ensemble. Un ensemble E est dit *mesurable* si sa mesure augmentée de celle de l'ensemble des points ne faisant pas partie de E donne la mesure de (a, b) (¹). Voici deux propriétés de ces ensembles : une infinité d'ensembles mesurables E_i étant donnée, l'ensemble des points qui font partie de l'un au moins d'entre eux est mesurable; si les E_i n'ont deux à deux aucun point commun, la mesure de l'ensemble obtenu est la somme des mesures E_i. L'ensemble des points communs à tous les E_i est mesurable.

» Il est naturel de considérer d'abord les fonctions telles que les ensembles qui figurent dans la définition de l'intégrale soient mesurables. On trouve que : *si une fonction limitée supérieurement en valeur absolue est*

(¹) Si l'on ajoute à ces ensembles des ensembles de mesures nulles convenablement choisis, on a des ensembles mesurables au sens de M. Borel (*Leçons sur la théorie des fonctions*).

telle que, quels que soient A *et* B, *l'ensemble des valeurs de* x *pour lesquelles on a* $A < y \leqq B$ *est mesurable, elle est intégrable* par le procédé indiqué. Une telle fonction sera dite *sommable*. L'intégrale d'une fonction sommable est comprise entre l'intégrale par défaut et l'intégrale par excès. De sorte que, *si une fonction intégrable au sens de Riemann est sommable, l'intégrale est la même avec les deux définitions*. Or, *toute fonction intégrable au sens de Riemann est sommable,* car l'ensemble de ses points de discontinuité est de mesure nulle, et l'on peut démontrer que si, en faisant abstraction d'un ensemble de valeurs de x de mesure nulle, il reste un ensemble en chaque point duquel une fonction est continue, cette fonction est sommable. Cette propriété permet de former immédiatement des fonctions non intégrables au sens de Riemann et cependant sommables. Soient $f(x)$ et $\varphi(x)$ deux fonctions continues, $\varphi(x)$ n'étant pas toujours nulle; une fonction qui ne diffère de $f(x)$ qu'aux points d'un ensemble de mesure nulle partout dense et qui en ces points est égale à $f(x) + \varphi(x)$ est sommable sans être intégrable au sens de Riemann. *Exemple :* La fonction égale à o si x irrationnel, égale à 1 si x rationnel. Le procédé de formation qui précède montre que l'ensemble des fonctions sommables a une puissance supérieure au continu. Voici deux propriétés des fonctions de cet ensemble.

» 1° *Si* f *et* φ *sont sommables,* $f + \varphi$ *et* $f\varphi$ *le sont* et l'intégrale de $f + \varphi$ est la somme des intégrales de f et de φ.

» 2° *Si une suite de fonctions sommables a une limite, c'est une fonction sommable.*

» L'ensemble des fonctions sommables contient évidemment $y = k$ et $y = x$; donc, d'après 1°, il contient tous les polynomes et comme, d'après 2°, il contient toutes ses limites, il contient donc toutes les fonctions continues, toutes les limites de fonctions continues, c'est-à-dire les fonctions de première classe (voir Baire, *Annali di Matematica*, 1899), il contient toutes celles de seconde classe, etc.

» En particulier, *toute fonction dérivée, limitee supérieurement en valeur absolue*, étant de première classe, *est sommable* et l'on peut démontrer que *son intégrale, considérée comme fonction de sa limite supérieure, est une de ses fonctions primitives*.

» Voici maintenant une application géométrique : si $|f'|$, $|\varphi'|$, $|\psi'|$ sont limitées supérieurement, la courbe

$$x = f(t), \qquad y = \varphi(t), \qquad z = \psi(t)$$

a pour longueur l'intégrale de $\sqrt{f'^2 + \varphi'^2 + \psi'^2}$. Si $\varphi = \psi = 0$, on a la varia-

tion totale de la fonction f à variation limitée. Dans le cas où f', φ', ψ' n'existent pas, on peut obtenir un théorème presque identique en remplaçant les dérivées par les nombres dérivés de Dini. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales analytiques des équations différentielles du premier ordre dans le voisinage de conditions initiales singulières.* Note de M. **Henri Dulac**, présentée par M. Painlevé.

« X et Y étant des fonctions de x et de y holomorphes et nulles pour $x = y = 0$, considérons, dans le champ complexe, aux environs des valeurs singulières $x = y = 0$, les intégrales de l'équation

$$(1) \qquad \mathrm{X}\,dy + \mathrm{Y}\,dx = 0.$$

On connaît divers résultats relatifs au cas où le point singulier est un point d'intersection simple des courbes $\mathrm{X} = 0$, $\mathrm{Y} = 0$. Je me propose de rechercher dans quelle mesure on peut étendre ces résultats aux autres cas.

» Soient : n l'ordre minimum des termes de X et Y, P et Q l'ensemble de ces termes d'ordre n de X et de Y (P ou Q peut être nul). Le point singulier sera dit d'ordre n.

» I. *Recherche des intégrales algébroïdes passant par l'origine.* — A la méthode de Briot et Bouquet je substitue la méthode suivante, qui permet aussi d'obtenir toutes ces intégrales. Cette méthode, ainsi que je l'ai constaté récemment, ne diffère guère que par des détails d'exposition d'une méthode employée par M. I. Bendixson.

» L'équation homogène $y\mathrm{P} + x\mathrm{Q} = 0$ fournit, pour $\frac{y}{x}$, $(n+1)$ valeurs égales ou inégales. Soit α une de ces valeurs; deux cas peuvent se présenter :

» 1° La valeur $\frac{y}{x} = \alpha$ n'annule pas à la fois P et Q. En posant $y = x(t+\alpha)$ on met en évidence une seule intégrale holomorphe, quel que soit l'ordre de multiplicité de α. On permute les rôles de x et de y pour étudier les intégrales tangentes à $x = 0$;

» 2° La racine α, d'ordre de multiplicité r, annule à la fois P et Q. Le même changement de variable nous ramène à l'étude d'une équation pour laquelle $x = t = 0$ est un point singulier au plus d'ordre r. Cette équation, outre l'intégrale $x = 0$, qui ne fournit pas d'intégrale pour (1),

peut admettre r autres intégrales algébroïdes. Je traite l'équation en x et t comme l'équation (1) et je finis par arriver ou bien à des équations mettant en évidence des intégrales algébroïdes, ou bien à des équations de la forme

$$x^s \frac{dy}{dx} = y(\alpha + \ldots) + x(\beta + \ldots), \quad s > 1, \quad \alpha \neq 0,$$

qui, on le sait, n'ont pas, en général, d'autres intégrales holomorphes que $x = 0$. S'il existait d'autres intégrales que $x = 0$, nous ne compterions pas les intégrales qu'elles fourniraient pour l'équation (1) parmi celles dont il s'agira dans la suite; d'abord, parce que ces intégrales jouent un rôle différent des autres, ensuite parce que leur existence est incertaine.

» En général, nous aurons, pour (1), $(n+1)$ intégrales algébroïdes. Une intégrale ayant l'origine pour point multiple d'ordre q comptera pour q intégrales.

» II. *Recherche de l'intégrale dans certains cas particuliers.* — Je n'examine que le cas où l'équation admet $(n+1)$ intégrales algébroïdes.

» Soient $A = 0$, $B = 0$, ... ces intégrales. On peut chercher s'il n'y a pas une intégrale générale de la forme

$$(2) \qquad H(x, y) A^\lambda B^\mu C^\nu \ldots = \text{const.},$$

H étant holomorphe et non nul pour $x = y = 0$.

» On détermine aussitôt les valeurs (possibles) de λ, μ, ν; mais, en général, on rencontrera dans la détermination des coefficients du développement de $H(x, y)$ des impossibilités. Pour que cette détermination soit possible, il faut qu'une suite indéfinie de conditions soit satisfaite. Admettons que cela ait lieu; trois cas peuvent se présenter suivant les valeurs des rapports des exposants λ, μ, ν :

» 1° *Les rapports ne sont pas tous positifs.* Le développement obtenu pour H est convergent. Il y a une infinité d'intégrales non algébroïdes passant par l'origine.

» 2° *Les rapports sont positifs et ne sont pas tous commensurables.* Le développement peut être divergent. On ne peut affirmer s'il y a ou non d'autres intégrales que les intégrales algébroïdes.

» 3° *Les rapports sont positifs et commensurables.* Le développement est convergent. Il ne passe par l'origine que les intégrales algébroïdes.

» III. *Existence dans la plupart des cas d'une infinité d'intégrales non algébroïdes.* — Deux cas ont été laissés de côté : 1° le cas général, celui où

il y a $(n+1)$ intégrales algébroïdes et pas d'intégrale générale de la forme (2); 2° un cas particulier, celui où il y a moins de $(n+1)$ intégrales algébroïdes. Dans les deux cas, il y a une infinité d'intégrales non algébroïdes passant par l'origine.

» IV. *Cas particuliers.* — J'ai laissé de côté le cas où $yP + xQ$ est identiquement nul. L'équation admet alors une infinité d'intégrales holomorphes. On peut, avec $(n+1)$ de ces intégrales, chercher à obtenir une intégrale générale de la forme (2). Si la chose est possible, il existe une intégrale générale de la forme $AB^{-1} =$ const. L'équation sera donc, à un facteur près, identique à une équation ayant un point singulier d'ordre 1.

» La particularité signalée peut se présenter pour une des équations déduites de (1) dans la recherche des intégrales algébroïdes. Si cette équation a un point singulier d'ordre supérieur à 1, la possibilité d'une intégrale de la forme (2) équivaut encore à la réduction de l'ordre de la singularité.

» Les résultats de III subsistent dans ces cas particuliers. Pour ceux de II, il faut remarquer que le cas 1° peut seul se présenter, et ajouter que, si les rapports des exposants ont tous des valeurs absolues commensurables, il y a une infinité d'intégrales algébroïdes, et il n'y en a pas d'autres. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations de certains groupes.* Note de M. DE SÉGUIER, présentée par M. Jordan.

» Soient H un groupe transitif, G le diviseur fixant un symbole σ, G′ un autre diviseur. Dans la décomposition $H = \Sigma_1^\nu G x_i G'$ $(x_1 = 1)$, chaque $G x_i G'$ est formé des opérations qui remplacent σ par les symboles d'un même système d'intransitivité de G′ et ν est le nombre de ces systèmes. Construire H connaissant G revient, en prenant $G' = G$, à trouver les x_i tels que $(\Sigma G x_i G)^2 = \Sigma G x_i G$. Si G est transitif entre les symboles $1, \ldots, n$, et F le diviseur de G fixant 1, pour qu'il existe un groupe H_t contenant G, et $t+1$ fois transitif entre les symboles $1, \ldots, n, \sigma_1, \ldots, \sigma_t$, il faut et il suffit, d'après M. Jordan, qu'il existe des substitutions d'ordre 2 $a_h = (\sigma_{h-1}, \sigma_h) \ldots$ $(\sigma_0 = 1)$, les symboles non écrits faisant partie de $2, \ldots, n$, telles que

$$a_h^2 = 1, \quad (a_i a_{i+1})^3 = f_{i,i+1}, \quad (a_j a_{j+k})^2 = f_{j,j+k},$$
$$a_h f a_h = f_h, \quad a_l g a_l = g_l, \quad a_1 \gamma a_1 = \gamma' a_1 \gamma'';$$

$h = 1, \ldots, t$; $i = 1, \ldots, t-1$; $j = 1, \ldots, t-2$; $k = 2, \ldots, t-j$; $l = 2, \ldots, t$; f parcourant les générateurs de F; g, ceux de G (hors de F); γ, un *système de restes de* G *mod.* F; γ', γ'', g_l étant dans G (hors de F); f_h, $f_{i,i+1}$, $f_{j,j+k}$, dans F.

» *Ces équations jointes à celles de* G *définissent* H_t.

» En prenant pour G le symétrique de degré 2 ou l'alterné de degré 3, on obtient immédiatement pour le symétrique et l'alterné de degré t les systèmes d'équations trouvés autrement par M. Moore. *Ces systèmes équivalent respectivement à* ($\varepsilon = \frac{1}{2}[1-(-1)^t]$).

$$b^t = a^2 = (ab^{-1}ab)^3 = (ab^{-x}ab^x)^2 = 1, \qquad x = 2, \ldots, \tfrac{1}{2}(t-\varepsilon);$$

$$b^{t-2} = a_0^3 = a_1^2 = (a_0 a_1)^3 = (a_1 b^{-1} a_1 b)^3 = (a_0 b^{-y} a_1 b^y)^3 = (a_1 b^{-z} a_1 b^z)^2 = 1,$$
$$y = 2, \ldots, \tfrac{1}{2}(t-2-\varepsilon); \qquad z = 1, \ldots, \tfrac{1}{2}(t-2-\varepsilon).$$

» En prenant pour G le groupe de degré 19 et d'ordre 48 engendré par

$$ab.cf.dg.eh.im.kn.lo.pq = \alpha_1 = \beta_1, \qquad ac.bf.di.ek.gm.hn.lp.oq = \alpha_2 = \beta_2,$$
$$ad.bg.ci.el.fm.ho.kp.nq = \alpha_3, \qquad ae.bh.ck.dl.fn.go.ip.mq = \alpha_4,$$
$$rst.bcf.del.hpm.ino.kqg = \alpha_0$$

[défini par $\alpha_i^2 = 1$, $\alpha_i\alpha_k = \alpha_k\alpha_i (i, k = 1, 2, 3, 4)$, $\alpha_0^3 = 1$, $\alpha_0^{-1}\alpha_1\alpha_0 = \alpha_2$, $\alpha_0^{-1}\alpha_2\alpha_0 = \alpha_1\alpha_2$, $\alpha_0^{-1}\alpha_3\alpha_0 = \alpha_4$, $\alpha_0^{-1}\alpha_4\alpha_0 = \alpha_3\alpha_4$] et en adjoignant les substitutions

$$\zeta = ua.rb.sf.tc.de.hm.in.gk, \qquad \rho = vu.rs.el.in.mp.cq.bg.fk,$$
$$\sigma = wv.st.cf.in.de.gh.pq.km, \qquad \tau = yw.rs.bf.in.gk.dh.em.lp,$$
$$\upsilon = zy.rs.bc.mp.gq.do.il.en,$$

on obtient un groupe cinq fois transitif de degré 24 (*cf.* Mathieu, *Liouville*, 1873) qui, en posant $\theta = \alpha_4\alpha_0$, d'où $\alpha_3 = \zeta\theta\zeta(\zeta\theta)^{-1}$, $\alpha_4 = \theta^{-1}\alpha_3\theta$, $\alpha_0 = \alpha_4\theta$, et $\beta_3 = (\alpha_1\zeta)^2$, $\beta_4 = (\alpha_3\alpha_0)^{-1}\alpha_1\alpha_3\alpha_0$, est défini par

$$\beta_i^2 = 1, \quad \beta_i\beta_k = \beta_k\beta_i, \quad \zeta^2 = \theta^3 = (\zeta\theta)^5 = 1, \quad i, k = 1, 2, 3, 4,$$
$$\theta^{-1}\beta_1\theta = \beta_2, \quad \theta^{-1}\beta_2\theta = \beta_1\beta_2, \quad \theta^{-1}\beta_3\theta = \beta_2\beta_4, \quad \theta^{-1}\beta_4\theta = \beta_3\beta_4,$$
$$\zeta\beta_1\zeta = \beta_1\beta_3, \quad \zeta\beta_2\zeta = \beta_2\beta_3\beta_4, \quad \zeta\beta_3\zeta = \beta_3, \quad \zeta\beta_4\zeta = \beta_4,$$
$$(\rho\zeta)^3 = (\rho\alpha_0\beta_3)^3 = (\rho\alpha_0)^2 = (\rho\alpha_3)^2 = 1, \quad (\rho\alpha_1)^2 = \alpha_3, \quad (\rho\beta_2)^2 = \beta_1\alpha_3\alpha_4,$$
$$(\sigma\zeta)^2 = (\sigma\rho)^3 = (\sigma\alpha_0)^2 = (\sigma\beta_1)^2 = 1, \quad (\sigma\beta_2)^2 = \beta_1, \quad \sigma\alpha_3\sigma = \alpha_4,$$
$$(\tau\zeta)^2 = (\tau\rho)^2 = (\tau\sigma)^3 = (\tau\alpha_0)^2 = (\tau\beta_2)^2 = 1, \quad (\tau\beta_1)^2 = \beta_2, \quad \tau\alpha_3\tau = \beta_1\alpha_4,$$
$$(\upsilon\rho)^2 = (\upsilon\tau)^3 = (\upsilon\alpha_0)^2 = 1, \quad (\upsilon\sigma)^2 = \alpha_0, \quad \upsilon\zeta\upsilon = \alpha_0^{-1}\zeta\alpha_0,$$
$$\upsilon\beta_1\upsilon = \beta_2, \quad \upsilon\alpha_3\upsilon = \beta_1\alpha_3\alpha_4.$$

» On voit que le groupe d'ordre 960 fixant quatre symboles est de la forme BI, $B = (\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4)$ étant invariant et I icosaédral; B a les systèmes d'intransitivité a, b, c, f; d, g, i, m; e, h, k, n; r, s, t, u.

» On peut exprimer assez simplement $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \zeta, \rho, \sigma, \tau$ par α_1 et $\omega = \tau\sigma\rho\zeta\ (\omega^5 = 1)$.

» En prenant pour G le groupe semi-métacyclique d'ordre $\frac{1}{2}p(p-1)$ (p premier) et de degré p, on trouve que *le seul groupe deux fois transitif de degré $p+1$ et d'ordre $\frac{1}{2}p(p^2-1)(p>2)$ est le groupe modulaire, sauf si $p=7$.* Les équations du groupe modulaire sont

$$a^p = b^{\frac{p-1}{2}} = c^2 = 1,\quad b^{-1}ab = a^{\alpha^2},\quad cbc = b^{-1},\quad cac = a^{\alpha^{2\rho+\varepsilon}} c b^{\rho+\frac{1}{4}(p-1-2\varepsilon)} a^{\alpha^{2\rho+\varepsilon}}$$

(α racine primitive quelconque de p; ρ entier quelconque; $\varepsilon = \frac{1}{2}\left[1-\left(\frac{-1}{p}\right)\right]$), la dernière permettant d'éliminer b. Si, pour $p=7$, on prend $\alpha=3$, $\rho=0$, on retrouve les équations de M. Dyck. Le seul autre groupe de degré 8 et d'ordre 168 deux fois transitif est engendré par $1234567 = a$, $235.476 = b$, $18.24.37.56 = c$, et défini par $a^7 = b^3 = c^2 = 1$, $b^{-1}ab = a^2$, $cbc = b$, $cac = a^5 c a^3$. Il contient un diviseur normal d'ordre 8 formé des $a^{-x} c a^x$ et de l'unité.

» En prenant pour G un groupe cyclique d'ordre $p^n - 1$, on obtient un seul groupe deux fois transitif de degré p^n et d'ordre $p^n(p^n-1)$. Il est défini par

$$a^{p^n-1} = b^2 = 1,\qquad ba^\xi b = a^\eta b a^\zeta,\qquad g^\zeta \equiv 1 - g^\xi \pmod{p},$$
$$\eta = \xi - \zeta + \tfrac{1}{4}(p^n-1)[1-(-1)^p],$$

g étant une racine primitive quelconque de $g^{p^n-1} \equiv 1 \pmod{p}$ et ξ parcourant une série de valeurs telles que les équations répondant aux valeurs restantes $(\bmod\, p^n - 1)$ de ξ résultent du système. Ainsi, pour $p=2$ et $n=3, 4, 5, 6, 7$, il suffit de faire $\xi = 1$ et l'on peut prendre respectivement $\xi = 3, 4, 18, 6, 7$; si d'ailleurs, pour $p=2$, on peut trouver g tel que $\zeta < 2n$, il résulte d'un théorème de M. Burnside qu'il suffit de faire $\xi = 1$. Pour $p=3$, $n=2$, il suffit de faire $\xi = 1$ et l'on peut prendre $\zeta = 2$.

» Le groupe de degré p^n+1, d'ordre $p^n(p^{2n}-1) = N$, trois fois transitif de Mathieu sera défini si l'on joint aux équations précédentes $c^2 = (ca)^2 = (cb)^3 = 1$. Pour $p=2$, $n=3$, $N=504$, on obtient ainsi ($a = cb$, $b = ad^2a^3da^2$) $a^2 = d^3 = (d^2a^3da^3)^2 = (dad^2a)^2 = (d^2ad^2a^3)^2 = 1$,

d'où, pour $\alpha = bda$, $\beta = aba^6 (a = \alpha^5\beta\alpha^2\beta\alpha^3\beta\alpha^4,\ d = \alpha^3\beta\alpha^5)$, les équations de M. Burnside

$$\alpha^7 = \beta^2 = (\alpha\beta)^3 = (\alpha^3\beta\alpha^5\beta\alpha^3)^2 = 1.$$

« L'équivalence des deux systèmes se vérifie directement. »

HYDRAULIQUE. — *Sur les lois des montées de Belgrand et les formules du débit d'un cours d'eau.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Maurice Lévy. (Extrait par l'Auteur.)

« On sait, et l'on peut vérifier d'une manière suffisamment rigoureuse, qu'étant donnés une rivière BDA et un affluent CD, les points B et C étant à l'amont de A, on peut écrire sensiblement, quand le régime est permanent ou quasi permanent,

$$(1) \qquad Q_A(t_A) = Q_B(t_B) + Q_C(t_C),$$

Q_A, Q_B, Q_C étant les débits aux temps t_A, t_B, t_C convenablement choisis. Cette formule conduit à la relation

$$(2) \qquad f_A(h_A) = f_B(h_B) + f_C(h_C),$$

si l'on admet que le débit Q est une fonction de la hauteur h seulement. Elle représente une surface dans un espace à trois dimensions.

» La relation (2) est utilisée pour l'annonce des crues. Or on y emploie également des formules linéaires de la forme

$$(3) \qquad \Delta h_A = a_1 \Delta h_B + a_2 \Delta h_C,$$

donnant la montée Δh_A en fonction des montées Δh_B, Δh_C : a_1 et a_2 ne dépendent que d'un seul paramètre variable t.

» Si alors on considère la loi (3) et soit la loi (2), soit même la loi plus générale $h_A = F(h_B, h_C)$, comme exactes pour la partie ABCD d'un cours d'eau et d'un affluent, au moins pour une certaine catégorie de crues, on peut en déduire les conséquences suivantes :

» I. Si $h_A = F(h_B, h_C)$ et si (3) a lieu, la surface représentée par cette équation est développable.

» II. Si (2) et (3) ont lieu, (2) est une surface développable. Par suite : 1° ou bien (2) est linéaire (cas à écarter au point de vue pratique); 2° ou

bien les équations $f'_A = 0$, $f'_B = 0$, $f'_C = 0$ n'ont aucune racine finie; 3° ou bien

$$(4) \quad \begin{cases} f_A = M_A(h_A + \gamma_A)^k + \gamma'_A, \quad f_B = M_B(h_B + \gamma_B)^k + \gamma'_B, \\ f_C = M_C(h_C + \gamma_C)^k + \gamma'_C, \end{cases}$$

les M, γ, γ' étant des constantes telles que

$$\gamma'_A = \gamma'_B + \gamma'_C.$$

» Enfin, si l'on admet que Q ne soit, en un point d'un cours d'eau, de section rectangulaire, fonction que de i, i', l, h, g (i, i' pentes de surface et de fond, l largeur, h hauteur, g intensité de la pesanteur), la formule (4), quand on suppose $f(0) = 0$, conduit à cette valeur de la vitesse moyenne :

$$U = \psi(i, i') \frac{l^{\frac{3}{2}-k}}{h} (h + \gamma)^k \sqrt{g} + \frac{\gamma'}{lh}.$$

» Si l'on admet que U reste fini et $\neq 0$ quand l croît indéfiniment, on en conclut $k = \frac{3}{2}$, valeur conforme à celle que donnent l'expérience et le raisonnement dans un grand nombre de cas [1].

» De même, en partant de (2) et de lois quadratiques du genre de celles employées par M. Breuillé et qui correspondent à une famille de cônes ayant un sommet commun et tangents à la surface (3), on voit que (3) est un cône, et l'on est conduit aux mêmes conséquences II (le deuxième cas étant ici impossible).

» Ces théorèmes peuvent être considérés comme la réciproque de ceux que nous venons d'indiquer dans le *Journal de l'École Polytechnique*. Nous y avons montré, en effet, qu'en partant de la loi (2), quand on donne aux f la valeur (4) (où, il est vrai, $\gamma' = 0$), on pouvait en déduire l'exactitude de la loi des montées de Belgrand (loi linéaire homogène) et d'une loi quadratique de M. Breuillé [2], en sorte *que ces lois sont en réalité, non des lois empiriques, mais des lois théoriques approximatives*. »

---

(1) Boussinesq, *Essai sur la théorie des eaux courantes*, p. 474.

(2) *Annales des Ponts et Chaussées*, août 1896, p. 128 et suiv.

PHYSIQUE. — *Isochores de l'éther de* 1^{cc} *à* $1^{cc},85$. Note de **Edouard Mack**, présentée par M. Lippmann.

« Les valeurs du volume de l'éther données dans une Note précédente (¹) vérifient la loi très simple découverte par M. Amagat (²) : *A volume constant, l'augmentation de pression est proportionnelle à l'accroissement de température,* ou bien : *le coefficient de pression* $\frac{dp}{dt}$ *est fonction du volume seul.* C'est-à-dire que les lignes d'égal volume ou *isochores* sont des droites :

$$p = \alpha t + \beta,$$

α étant le coefficient de pression et β une constante fonction du volume seul également (³).

» La Table II donne les pressions sur des isochores d'après les mesures (⁴) et, au-dessous de chacune d'elles, l'écart avec la pression calculée au moyen des coefficients α et β de la Table III. Les coefficients ont été déterminés de manière à rendre la moyenne des valeurs absolues des écarts $\frac{\Sigma e}{n}$ aussi petite que possible. La répartition des écarts sur chaque isochore révèle une légère courbure, mais les isochores de M. Amagat présentent une courbure tout aussi petite en sens contraire. Vu leur petitesse, les écarts peuvent très bien être attribués aux erreurs des mesures seulement (⁵). La rigueur de la loi de M. Amagat n'est donc pas infirmée par ces mesures qui s'adressent à une région nouvelle.

» En portant v en abscisse, α et β en ordonnées, on obtient deux courbes très régulières sur lesquelles on peut interpoler exactement les valeurs de

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 952, Table I.

(²) E.-H. Amagat, *loc. cit.*, et *Statique expérimentale des fluides* (*Rapports du Congrès international de Physique* de 1900, t. I, p. 559).

(³) Si t est la température absolue, β s'annule quand v devient très grand, soit pour un gaz parfait.

(⁴) Ces pressions ont été interpolées par calculs de paraboles et par graphiques sur les isothermes de la Table I.

(⁵) Notamment à des erreurs dans la détermination de l'isobare fondamentale, plus difficiles à éviter que pour les isothermes, vu la durée beaucoup plus grande de chaque mesure (vingt à trente minutes). Les pertes de liquide par le manomètre sont alors sensibles et ne peuvent pas être évaluées exactement.

α et β correspondant à des volumes quelconques. Ainsi la Table III définit pratiquement la relation existant entre p, v et t dans toute la région comprise entre 100° et 206° et entre 1cc et 1cc,85.

TABLE II. — *Pressions interpolées.*

v.	100°,95.	112°,4.	122°,5.	136°,6.	148°,9.	151°,75.	161°,9.	172°,7.	182°,3.	187°,6.	192°,0.	204°,2.	206°,3.
1,000...	990	»	»	»	»	1455	»	»	»	»	»	1948	»
	+2	»	»	»	»	−4	»	»	»	»	»	+2	»
1,025...	760,6	»	»	»	»	1194	»	»	»	»	»	1651	»
	+1,4	»	»	»	»	−3	»	»	»	»	»	+1	»
1,050...	569,9	»	»	»	»	976	»	»	»	»	»	1393	»
	+0,4	»	»	»	»	−1	»	»	»	»	»	0	»
1,075...	426,1	508,5	578,0	677,7	770,2	791,3	859,3	941,5	1019,8	1056,8	»	1180,6	1201,3
	+6,3	+4,6	−0,1	−4,1	−2,0	−1,9	−8,5	−5,6	+2,0	+0,3	»	+1,8	+7,2
1,100...	306,6	381,3	448,0	540,3	624,0	641,4	709,5	784,6	850,7	885,7	»	1001,2	1014,4
	+4,5	+2,0	+0,7	−2,0	−1,3	−3,1	−3,4	−2,1	+0,3	−0,4	»	+3,2	+2,2
1,150...	»	»	256,0	335,5	403,8	419,7	476,5	538,6	597,0	627,0	653,0	722,0	735,1
	»	»	+2,3	+1,1	−1,0	−1,6	−2,8	−2,6	+0,7	+0,4	+1,1	+1,3	+1,2
1,200...	»	»	129,5	197,1	258,5	271,0	319,5	375,1	421,8	447,7	468,5	529,8	541,1
	»	»	+0,9	−0,5	+0,9	−0,9	−2,2	+0,4	+0,1	+0,2	−0,7	+0,3	+1,8
1,250...	»	»	52,4	106,6	160,3	»	213,9	262,0	301,4	325,6	344,0	394,6	404,9
	»	»	+3,6	−1,9	−0,5	»	−1,9	+0,3	−1,0	+0,8	+0,5	−0,6	+0,8
1,300...	»	»	»	49,0	94,6	»	142,0	182,5	217,5	237,8	253,5	298,6	307,8
	»	»	»	+0,1	+0,1	»	−0,5	0	−0,5	+0,2	−0,4	−0,4	0,9
1,350...	»	»	»	»	52,8	»	93,2	128,1	159,2	176,0	191,2	»	237,5
	»	»	»	»	+1,2	»	−0,5	−0,4	−0,3	−0,6	+0,4	»	+0,4
1,400...	»	»	»	»	»	»	60,1	90,4	117,9	132,6	145,7	»	186,5
	»	»	»	»	»	»	+0,2	−0,1	0	−0,5	−0,1	»	+0,2
1,450...	»	»	»	»	»	»	38,3	64,9	88,7	101,8	113,5	»	150,0
	»	»	»	»	»	»	+0,5	0	−0,4	−0,6	+0,1	»	+0,7
1,500...	»	»	»	»	»	»	»	47,6	68,5	80,5	90,8	»	122,5
	»	»	»	»	»	»	»	0	+1,4	−0,3	+0,1	»	−0,1
1,550...	»	»	»	»	»	»	»	36,1	54,9	65,6	74,8	»	103,2
	»	»	»	»	»	»	»	+0,3	−0,2	−0,2	+0,3	»	+0,1
1,600...	»	»	»	»	»	»	»	»	45,3	54,8	63,1	»	88,7
	»	»	»	»	»	»	»	»	0	0	+0,3	»	−0,1
1,650...	»	»	»	»	»	»	»	»	39,0	47,0	54,8	»	78,6
	»	»	»	»	»	»	»	»	+0,4	−0,4	+0,1	»	+0,1
1,700...	»	»	»	»	»	»	»	»	34,2	42,1	48,8	»	71,0
	»	»	»	»	»	»	»	»	+0,1	−0,1	−0,2	»	+0,2
1,750...	»	»	»	»	»	»	»	»	»	38,4	44,6	»	65,1
	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0	−0,1	»	+0,2
1,800...	»	»	»	»	»	»	»	»	»	35,7	41,6	»	60,4
	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0	+0,1	»	0
1,850...	»	»	»	»	»	»	»	»	»	34,1	39,7	»	57,1
	»	»	»	»	»	»	»	»	»	−0,1	+0,1	»	−0,1

» Les mesures de M. Amagat dans cette région atteignent 1033kg : 1cq et déterminent α jusqu'à 1cc,2. Ces valeurs de α ne diffèrent pas de plus de $\frac{1}{30}$ de celles du Tableau III. MM. Ramsay et Young ont déterminé α et β

à partir de $1^{cc},4$ jusqu'à l'état gazeux. Aux volumes $1^{cc},8$ et $1^{cc},85$, leurs coefficients coïncident avec ceux de la Table III à plus du $\frac{1}{200}$ près. Mais

TABLE III. — *Isochores de l'éther.*

v.	$\alpha = \frac{dp}{dt}$.	β.	$\frac{\Sigma e}{n}$.	v.	$\alpha = \frac{dp}{dt}$.	β.	$\frac{\Sigma e}{n}$.
1,000	9,28	+51	2,67	1,400	2,85	−401,6	0,18
1,025	8,63	−112	1,80	1,450	2,51	−369,5	0,38
1,050	7,97	−235	0,47	1,500	2,23	−337,5	0,14
1,075	7,35	−322,2	3,70	1,550	2,00	−309,5	0,22
1,100	6,74	−378,3	2,10	1,600	1,81	−284,7	0,10
1,150	5,73	−448,3	1,45	1,650	1,66	−264,0	0,25
1,200	4,90	−471,6	0,85	1,700	1,53	−244,8	0,15
1,250	4,24	−476,6	1,19	1,750	1,42	−228,0	0,10
1,300	3,70	−456,5	0,34	1,800	1,32	−211,9	0,03
1,350	3,23	−429,3	0,54	1,850	1,23	−196,5	0,10

au-dessous de $1^{cc},8$ leurs valeurs expérimentales de α sont tout à fait divergentes et inadmissibles, parce que leurs mesures ne sont pas assez étendues; elles n'ont pas dépassé 56^{kg} : 1^{cq}. Leur Table commence donc à être utilisable justement là où s'arrête la Table III. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure de la période des oscillations électriques par le miroir tournant.* Note de M. L. **Décombe**, présentée par M. Lippmann.

« Les récentes expériences du lieutenant de vaisseau Tissot, grâce aux renseignements qu'elles fournissent sur la période et l'amortissement des oscillations électriques utilisées dans la télégraphie sans fils et en permettant, par suite, une étude méthodique de la question, contribueront sans doute largement au perfectionnement de ce nouveau mode de communication à distance.

» Ces expériences ont été exécutées par la méthode du miroir tournant, conformément au procédé original de Feddersen et au dispositif que j'ai moi-même adopté en 1898. Je demande la permission de donner à ce propos quelques explications complémentaires sur la méthode du miroir.

» Tout d'abord, au sujet de l'appareil que j'ai utilisé, je ne crois pas que les imperfections de cet instrument soient aussi nombreuses, ni surtout aussi graves que semble le dire M. Tissot. Construit par Froment, d'une très grande douceur à la rotation, on ne peut guère lui reprocher que ses petites dimensions et l'expulsion rapide de l'huile de graissage sous l'action centrifuge de la rotation.

» Cette dernière circonstance n'est d'ailleurs que de très minime importance, la durée du fonctionnement de l'appareil n'ayant jamais excédé 3 ou 4 minutes dans les circonstances les plus défavorables de mes expériences. Quant aux dimensions restreintes du miroir, elles ont effectivement rendu ma tâche plus difficile, à cause du peu de lumière concentrée par le miroir. Cependant, l'emploi d'une lentille collimatrice à long foyer, dont M. Tissot lui-même s'est si bien trouvé, en rendant possible la variation *indépendante* du facteur de dissociation $\frac{\varepsilon'}{f}$ et du coefficient d'éclairement de l'image, m'a permis, comme on le sait, d'obtenir des épreuves nettes [1] et intenses fournissant, par leur étude, toutes les circonstances du phénomène.

» Nous supposerons, en toute généralité, que l'action chimique I sur la plaque soit une fonction quelconque de l'intensité lumineuse de l'étincelle, et celle-ci, à son tour, une fonction quelconque de l'intensité du courant dans l'excitateur, cette dernière étant supposée fonction sinusoïdale du temps

$$i = A \sin 2\pi \frac{t}{T}.$$

» Nous pourrons écrire en résumé :

$$I = \varphi(i).$$

» Soit ε' la largeur sur la plaque photographique de l'image de l'étincelle. Nous allons exprimer la différence d'intensité des maxima et des minima successifs de l'épreuve en tenant compte du fait que, par suite de la largeur de l'image, un point donné de la plaque est impressionné successivement par des actions lumineuses dont l'intensité est continûment variable. L'action totale chimique en un point donné de l'épreuve sera exprimé par l'intégrale

$$\mathfrak{J} = \int_t^{t+\tau} \varphi\, dt = \Phi(t+\tau) - \Phi(t),$$

τ désignant la durée totale de l'impression en un point, laquelle est donnée par

$$\tau = T \frac{\varepsilon'}{2\Delta},$$

Δ étant la distance parcourue par l'étincelle sur la plaque pendant la durée $\frac{T}{2}$ d'une demi-période $\left(\text{cette quantité } \Delta \text{ est égale à } \frac{\omega f T}{2}, \text{ où } \omega \text{ représente la vitesse angulaire du miroir et } f \text{ sa distance à la plaque photographique}\right)$.

---

(1) C'est par erreur que M. Tissot signale le miroir que j'ai employé comme donnant des images multiples. C'était un miroir concave argenté sur la face *antérieure*.

» La quantité $\mathfrak{z}$ sera évidemment une fonction périodique du temps et la différence $\mathfrak{z}_M - \mathfrak{z}_m$ entre ses valeurs maxima et minima exprimera la netteté de l'épreuve.

» Or, en général, cette quantité $\mathfrak{z}_M - \mathfrak{z}_m$ admettra un maximum par rapport à τ, correspondant à la relation

$$\frac{d\mathfrak{z}_M}{d\tau} - \frac{d\mathfrak{z}_m}{d\tau} = 0,$$

» Pour la valeur de τ définie par cette relation, c'est-à-dire pour la valeur $\varepsilon'_1 = \frac{2\tau_1\Delta}{T}$ de ε', l'épreuve présentera son maximum de netteté.

» Dans le cas particulier où l'on suppose comme première approximation l'action chimique proportionnelle au carré de l'intensité du courant dans l'excitateur, on trouve aisément

$$\varepsilon'_1 = \frac{\Delta}{4} = \frac{\omega f T}{8},$$

c'est-à-dire

$$\frac{\varepsilon'_1}{f} = \frac{\omega T}{8}.$$

» Telle est la valeur qu'il convient d'attribuer au facteur de dissociation.

» Ainsi il convient de donner au facteur de dissociation une valeur très petite, *mais bien déterminée,* tandis que, d'autre part, on peut et l'on doit augmenter sans restriction l'éclairement de l'image, les épreuves étant toujours sous-exposées.

» *Or ce double résultat ne peut s'obtenir que par un réglage indépendant des deux facteurs en jeu, et tel est précisément le rôle de la lentille collimatrice.*

» Dans un autre passage de sa Note, M. Tissot considère comme *ne présentant pas une garantie suffisante d'exactitude* la mesure de la vitesse de rotation par le moyen du son d'axe.

» Évidemment, quand on emploie ce dernier procédé, la valeur du résultat dépend essentiellement de l'observateur. On peut admettre cependant qu'il n'est pas nécessaire d'avoir une oreille bien exercée pour reconnaître un écart de $\frac{1}{4}$ de ton. Dans le cas de mes expériences, l'instrument de comparaison était l'harmonium, dont les sons ronflants et continus se rapprochent beaucoup de ceux donnés par le miroir en rotation. Rien n'est plus facile, dans ces conditions, que de monter la gamme chromatique sur l'instrument en accompagnant le son du miroir et d'apprécier sans difficulté aucune le $\frac{1}{4}$ de ton.

» En admettant ce chiffre pour base d'appréciation, on voit que l'erreur

relative qui atteint de ce chef le résultat de la mesure ne dépasse guère $\frac{1}{48}$, soit $\frac{1}{50}$ en chiffres ronds.

» Je n'hésite pas, d'ailleurs, à reconnaître que j'ai entièrement négligé d'atteindre cette précision (en assurant une constance suffisante à la rotation du miroir), et cela pour la raison que la mesure définitive de la période est entachée d'une erreur beaucoup plus importante que M. Tissot, pas plus que moi, n'a pu éviter. Quelque nettes que soient, en effet, les épreuves, leur mode de production même fait qu'on observe sur la plaque une variation périodique et *continue* de l'intensité dans laquelle il est extrêmement difficile de déterminer la position exacte du maximum.

» Il résulte de là une erreur relative importante qui dépasse, et de beaucoup, celle qui peut résulter de l'emploi du *son d'axe* pour la mesure de la vitesse angulaire du miroir.

» Abstraction faite de ces diverses remarques, je suis heureux de constater que M. Tissot est d'accord avec moi pour affirmer l'unicité de la période des excitateurs électriques, quelque opposés que puissent paraître certains résultats d'expériences trop compliquées pour être discutées avec fruit. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le spectre de bandes de l'azote dans l'étincelle oscillante.* Note de M. G.-A. **Hemsalech**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai montré (¹) qu'en insérant une self-induction dans le circuit de décharge d'un condensateur, le spectre de lignes de l'air disparaît, et que pour certains métaux on obtient un spectre de bandes que j'avais attribué à l'azote; la faible dispersion dont je m'étais servi ne me permettait pas de comparer ce spectre à celui étudié par M. Hasselberg (²) dans le tube de Geissler.

» En étudiant les spectres d'étincelle d'un certain nombre de métaux avec un appareil plus dispersif, j'ai pu mesurer les longueurs d'onde des raies de la première bande violette et de la bande ultra-violette; pour la bande violette, je donne aussi les nombres (³) de M. Hasselberg pour prouver que les deux spectres sont identiques.

(¹) G.-A. Hemsalech, *Journal de Physique*, 3e série, t. VIII, p. 642; 1899.
(²) Hasselberg, *Mém. Acad. Saint-Pétersbourg*, t. XXXII, n° 15; 1885.
(³) Réduits à l'étalon de Rowland.

Première bande violette.

Longueurs d'onde.		Longueurs d'onde.		Longueurs d'onde.	
Étincelle oscillante.	Tube de Geissler. M. Hasselberg.	Étincelle oscillante.	Tube de Geissler. M. Hasselberg.	Étincelle oscillante.	Tube de Geissler. M. Hasselberg.
4278,4	8,6	4268,9	8,6	4254,9	4,5
76,3	6,2	67,8	7,5	53,4	} 52,8
75,6	5,6	66,6	6,3	52,8	
74,9	5,0	65,3	5,1	51,1	0,9
74,2	»	64,0	3,7	49,2	9,1
73,6	3,5	62,5	2,3	47,5	7,1
72,8	2,7	61,2	0,9	45,4	5,2
72,0	1,8	59,6	9,4	43,3	3,2
71,1	0,8	58,1	7,8	41,2	1,0
70,0	9,8	56,4	6,1	39,0	(7,1)?

Bande ultra-violette.

λ.	Intensités (¹).	λ.	Intensités.	λ.	Intensités.
3914,4	8	3898,6	2	3877,0	0
13,9	3	98,0	2	76,6	1
13,6	0	97,4	1	75,6	3
13,4	3	96,7	2	74,9	0
13,0	0	96,1	3	73,6	3
12,6	3	94,9	3	73,0	0
12,2	0	93,5	3	71,8	2
11,6	3	92,0	3	71,4	3
11,2	1	90,6	3	71,0	2
10,6	3	89,1	3	69,8	3
10,0	1	87,5	3	68,6	1
09,3	3	86,0	3	67,8	3
08,6	1	84,2	3	66,2	0
07,8	3	83,2	3	65,6	3
07,1	1	82,6	3	63,7	3
06,2	3	80,9	3	62,6	00
05,2	2	80,4	0	61,6	3
04,3	3	80,1	0	60,9	2
03,2	2	79,8	0	59,5	3
02,4	3	79,3	3	57,8	2
01,1	2	78,5	0	57,1	3
00,1	3	78,1	0	55,9	0
3899,1	1	77,4	3	55,0	3

(¹) 8 étant l'intensité maximum et 00 l'intensité minimum.

λ.	Intensités.	λ.	Intensités.	λ.	Intensités.
3854,3	0	3838,6	0	3814,7	00
53,6	0	37,7	2	13,2	0
52,8	2	36,7	1	12,2	00
51,6	1	35,3	2	10,2	1
50,6	1	33,2	0	07,4	00
50,2	1	32,5	2	04,1	1
50,0	1	31,1	0	01,1	00
49,2	0	30,0	1	3798,1	0
48,5	0	29,0	0	95,1	0
48,0	0	28,3	0	92,0	0
47,6	2	27,2	1	89,0	0
45,4	2	26,2	00	85,6	0
44,4	0	25,4	00	82,4	0
44,1	0	24,6	1	79,1	0
43,2	1	21,7	1	76,0	00
42,7	2	19,0	0	75,2	0
40,5	2	17,9	0	72,3	0
39,5	0	16,0	1	69,1	00

» Une deuxième bande violette, pour les raies de laquelle je ne donne pas ici les longueurs d'onde, commence à $\lambda = 4236,8$ A (4236,9 d'après M. Hasselberg). Dans cette bande j'ai pu mesurer 166 raies, parmi lesquelles se trouvent aussi celles mesurées par M. Hasselberg. J'ai pu poursuivre cette bande jusqu'à $\lambda = 3946,4$. La bande ultra-violette, qui est plus marquée, commence à $\lambda = 3914,4$ (14,3 d'après M. Deslandres et 14,6 d'après M. Neovius); elle coïncide avec une bande mesurée par M. Neovius (1) dans la lueur violette qui entoure l'électrode négative quand cette dernière est en cuivre.

» Toutes ces bandes, d'après les recherches de MM. Deslandres (2) et Hasselberg, constituent le *spectre de bandes négatif* de l'azote.

» Dans l'étincelle oscillante, ce spectre de bandes est très vif quand on emploie des électrodes en zinc; je l'ai obtenu aussi avec le cuivre, l'aluminium et l'argent.

» Comme spectre de comparaison, je me suis servi exclusivement du spectre d'étincelle oscillante du fer. La dispersion du spectrographe était

---

(1) Neovius, *Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar*, t. XVII; 1891.

(2) H. Deslandres, *Spectres de bandes ultra-violets des métalloïdes* (Thèse de Doctorat, Paris; 1888).

telle que je pouvais facilement résoudre sur la plaque photographique les doublets du fer :

3760,66	3926,05	et	4638,13
3760,17	3925,74		4637,66

» L'erreur maximum pour les raies de la bande ultra-violette dépassera ± 0,2 Å seulement dans quelques cas exceptionnels.

» Récemment, M. J.-G. Berndt ([1]) a publié les longueurs d'onde d'un spectre de bandes qu'il a obtenu dans l'étincelle oscillante et qu'il attribue à l'azote; mais ses nombres diffèrent tellement de ceux de MM. Deslandres, Hasselberg, Neovius et des miens, qu'il me semble impossible d'y reconnaître le spectre de l'azote.

» Il résulte donc de mes mesures que le spectre de bandes obtenu dans l'étincelle oscillante avec certains métaux est identique au spectre de bandes de l'azote du pôle négatif. Je n'ai trouvé aucune bande de pôle positif. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Mesure rapide des tensions superficielles.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **L. Perrot**, présentée par M. Duclaux.

« Au cours de recherches sur la mesure des tensions superficielles par la méthode des gouttes, recherches qui feront l'objet d'un Mémoire détaillé actuellement sous presse ([2]), nous avons reconnu que le mode opératoire qui donne les meilleurs résultats est celui indiqué par M. Duclaux ([3]); l'expérience consiste à laisser des gouttes se former librement à l'orifice capillaire d'une pipette contenant le liquide à étudier et préalablement calibrée avec un liquide type de tension superficielle connu.

» Pour obtenir des résultats exacts, les valeurs fournies par l'observation directe doivent subir deux corrections : l'une qui dépend du nombre de gouttes issues de la pipette (déjà indiquée par M. Duclaux), l'autre qui est en relation avec la durée de formation de la goutte.

» Voici les observations relatives à dix-sept composés organiques différents : t re-

---

([1]) G. Berndt, *Annalen der Physik*, t. IV, p. 788; 1991.

([2]) *Arch. Sc. ph. nat. de Genève.*

([3]) Duclaux, *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXI, p. 378.

présente la température de l'expérience, n' le nombre de gouttes issues de la pipette, γ' la tension superficielle en dynes déduites de mesures d'ascensions capillaires (pour les corps dont les noms sont accompagnés du signe *, les ascensions capillaires et les poids des gouttes ont été déterminés sur les mêmes échantillons), d' la densité du liquide à la température de l'expérience, τ' la durée moyenne de formation d'une goutte (en secondes).

TABLEAU I.

	t.	n'.	γ'.	d'.	$(d':\gamma')10^1$.	$n':n$.	R.	τ'.	Γ.	$\Gamma-\gamma'$.
*Orthotoluidine	54,4	102,4	34,01	0,9695	285	0,924	0,973	1,62	34,70	+ 0,69
*Benzophénone	54,3	104,2	40,15	1,0821	269	0,940	0,918	3,62	38,26	— 1,89
*Benzonitrile	54,4	108,6	33,98	0,9731	286	0,980	0,976	1,02	33,70	— 0,28
*Monoéthylaniline	54,4	108,7	32,06	0,9343	291	0,981	0,993	0,91	32,32	— 0,26
*Acétophénone	54,4	109,5	34,47	0,9983	290	0,988	0,989	0,81	34,38	— 0,09
*Diméthylaniline	54,3	110,8	31,64	0,9276	293	1,000	1,000	0,74	31,64	± 0
*Nitrobenzène	54,3	116,1	38,48	1,1686	304	1,047	1,037	0,72	38,23	— 0,25
*Métacrésol	54,7	118,8	33,01	1,0062	305	1,072	1,041	2,36	32,17	— 0,84
*Diméthylorthotoluidine	55,0	122,9	27,57	0,8982	326	1,109	1,112	0,64	27,89	+ 0,32
Isobutyrate de méthyle	54,8	124,0	19,26	0,8491	441	1,118	1,505	0,35	26,55	+ 7,29
Pipéridine	55,4	124,6	25,32	0,8275	327	1,124	1,116	0,63	25,45	+ 0,13
*Phénétol	54,7	128,1	28,26	0,9333	330	1,155	1,126	0,51	28,08	— 0,18
*Éthyluréthane	53,8	129,5	31,33	1,0495	335	1,169	1,143	1,63	31,36	+ 0,03
*Mésitylène	54,2	130,0	23,43	0,8303	354	1,173	1,208	0,44	24,66	+ 1,23
Benzène	55,2	131,0	23,56	0,8408	356	1,182	1,215	0,38	24,90	+ 1,34
*Valéroxyme	53,7	139,9	23,75	0,8620	363	1,263	1,239	0,50	24,26	+ 0,54
*Bromure d'éthylène	54,3	197	33,05	2,0990	635	1,777	2,167	0,27	47,56	+14,51

» Prenant la diméthylaniline comme liquide type et désignant par n, d et γ le nombre de gouttes, la densité et la tension superficielle qui la caractérisent, les rapports $\frac{d'}{\gamma'}:\frac{d}{\gamma}=\mathrm{R}$ et $n':n$ devraient être identiques si les tensions superficielles étaient exactement proportionnelles aux poids des gouttes.

» Les valeurs numériques de ces rapports indiquent que cette condition est imparfaitement remplie. De là la nécessité d'appliquer les deux corrections rappelées plus haut; pour la simplicité des calculs, nous les effectuons de la façon suivante.

» Conservant les notations ci-dessus (γ, d, τ et n se rapportant au liquide type, γ', d', τ' et n' à un liquide quelconque), la tension superficielle est donnée par la relation

$$(b) \qquad \Gamma_b = \mathrm{Q}\,\frac{d'}{n'}(1+\beta)+c_\tau, \qquad \mathrm{Q}=\frac{\gamma\times n}{d}$$

dans laquelle β est un terme correctif dépendant du rapport $n':n$ et c_τ un terme correctif relié à la durée de formation τ' de la goutte; après quelques tâtonnements, les valeurs à prendre pour β et c_τ ont été fixées comme suit :

$n':n$.	β.	$\tau':\tau$.	c_τ.
0,90	—0,04	5	+1,90
0,92	—0,03	4	+1,20
0,94	—0,025	3	+0,80
0,96	—0,01	2	+0,50
0,98	+0,005	1,5	+0,30
1,00	±0	1,0	±0
1,05	+0,005	0,8	—0,30
1,10	+0,01	0,6	—0,80
1,15	+0,02	0,5	—1,50
1,20	+0,03		
1,25	+0,04		

» Les deux dernières colonnes du Tableau I donnent sous la rubrique Γ les valeurs obtenues par la relation (*b*) en négligeant la correction c_τ, et sous la rubrique $\Gamma - \gamma'$ les écarts entre ces valeurs et les tensions superficielles mesurées par ascensions capillaires.

» Si l'on classe ensuite les corps par valeurs croissantes de τ' (Tableau II), on constate que les écarts $\Gamma - \gamma'$ sont en majorité positifs ou négatifs suivant que τ' est $< \tau$ ou $> \tau$, ce qui justifie, à notre avis, la correction c_τ, avec cette réserve toutefois que celle-ci devient illusoire lorsque $\tau' : \tau$ est plus petit que 0,5. Le même Tableau contient sous la désignation Γ_b les valeurs des tensions superficielles calculées par la relation (*b*), ainsi que les écarts $\Gamma_b - \gamma'$ (dernière colonne) entre ces valeurs et celles déterminées par ascensions capillaires. Il est aisé de constater que les écarts sont notablement réduits (1 à 2 pour 100 de la valeur exacte de γ', en moyenne).

Tableau II.

	τ'.	$\tau':\tau$.	$\Gamma - \gamma'$.	c_τ.	Γ_b.	$\Gamma_b - \gamma'$.
Bromure d'éthylène	0,27	0,365	+14,51	»	»	»
Isobutyrate de méthyle	0,35	0,473	+ 7,16	»	»	»
Benzène	0,38	0,514	+ 1,34	—1,43	23,47	—0,09
Mésitylène	0,44	0,595	+ 1,23	—0,84	23,82	+0,39
Valeroxyme	0,50	0,675	+ 0,51	—0,61	23,65	—0,10
Phénétol	0,51	0,689	— 0,18	—0,58	27,50	—0,76
Pipéridine	0,63	0,851	+ 0,13	—0,22	25,23	—0,09
Diméthylorthotoluidine	0,64	0,865	+ 0,32	—0,20	27,69	+0,12
Nitrobenzène	0,72	0,973	— 0,25	—0,04	38,19	—0,29
Diméthylaniline	0,74	1,000	± 0,00	»	»	»
Acétophénone	0,81	1,094	— 0,09	+0,05	34,43	+0,04
Monoéthylaniline	0,91	1,229	— 0,26	+0,14	32,46	+0,40
Benzonitrile	1,02	1,378	— 0,28	+0,23	33,93	—0,05
Orthotoluidine	1,62	2,189	+ 0,69	+0,56	35,26	+1,25
Éthyluréthane	1,63	2,202	+ 0,03	+0,56	31,92	+0,59
Métacrésol	2,36	3,189	— 0,84	+0,88	33,05	+0,04
Benzophénone	3,62	4,892	— 1,89	+1,82	40,08	—0,07

» Nous croyons donc pouvoir conclure que, *lorsque le rapport* $n' : n$ *est compris entre* 0,9 *et* 1,3, *et le rapport* $\tau' : \tau$ *entre* 0,5 *et* 5,0, *la relation* (*b*) *indiquée ci-dessus permet de déduire la valeur de la tension superficielle avec une exactitude d'environ* 1 *à* 2 *pour* 100. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la variation de composition des eaux minérales et des eaux de source décelée à l'aide de la conductibilité électrique*. Note de M. **P.-Th. Muller**, présentée par M. A. Haller.

« Pour faire une étude complète d'une eau, pour établir sa composition qualitative et quantitative, l'analyse chimique est indispensable et rien ne saurait la remplacer. Mais la composition d'une eau n'est pas nécessairement invariable : est-on sûr que telle source d'eau minérale ou d'eau potable, analysée au mois de janvier, renfermera quantitativement les mêmes éléments au mois de juin, ou bien l'année suivante, ou bien après plusieurs années? On recule en général devant la longueur et les frais de plusieurs analyses chimiques complètes. Et cependant il serait bien intéressant de pouvoir suivre les variations éventuelles d'une source à partir du moment où l'analyse chimique en a été faite, de connaître l'influence des saisons ou du changement de débit à la suite d'une pluie abondante ou d'une sécheresse prolongée; il serait utile de se rendre compte des modifications dues à une infiltration accidentelle et ignorée, ou bien encore à un déboisement partiel ou total aux environs de la source.

» Les essais qui nous indiqueront les variations imprévues de nos eaux de source et nous mettront ainsi sur nos gardes devront être assez fréquents et par conséquent simples, rapides et faciles à exécuter. De plus, la propriété que l'on se propose de mesurer devra, autant que possible, n'appartenir qu'à la matière dissoute et non pas à l'eau elle-même.

» La conductibilité électrique remplit ces diverses conditions; l'expérience se fait promptement par la méthode des courants alternatifs et du téléphone; il faut s'astreindre seulement à opérer toujours à la même température, par exemple 25°,0. La *conductivité* d'une eau (c'est-à-dire la conductibilité du centimètre cube exprimée en inverse d'ohm) définit ce liquide de la même façon qu'un point de fusion définit une substance chimique; la conductibilité dépend de la nature et de la quantité des substances dissoutes, lesquelles, dans une eau potable, sont presque exclusivement constituées par des électrolytes. Sans doute deux eaux, *prises au hasard*,

qui ont la même conductibilité, n'auront pas la même composition, pas plus que deux corps qui possèdent des points de fusion pratiquement égaux ne sont nécessairement identiques; mais pour suivre les variations de composition d'une source déterminée, la méthode est irréprochable, à moins d'admettre des compensations que rien ne permet ni de prévoir, ni de justifier.

» On peut même aller plus loin : si deux sources *voisines* jaillissant du même terrain géologique, mais en apparence indépendantes l'une de l'autre, présentent la même conductibilité, on a le droit d'affirmer qu'elles sont identiques. C'est ainsi qu'après deux essais qui nous ont pris une demi-heure de temps nous avons pu prédire l'identité de deux sources d'eaux minérales qui passaient pour distinctes.

» L'analyse chimique complète constate d'abord l'identité presque absolue des extraits secs et ensuite l'identité successive des divers éléments dosés. On n'observa quelque divergence que pour la silice et l'oxyde de fer, d'ailleurs en très petite quantité. On sait que ces substances existent dans les eaux presque uniquement à l'état colloïdal, non conducteur.

» Dans une autre circonstance, nous avons découvert des variations considérables dans la composition d'une source d'eau minérale dont on allait commencer l'analyse chimique quantitative. Ces variations ont rendu inutile le long dosage des éléments; les résultats de l'analyse n'auraient eu, d'ailleurs, aucune signification précise.

» La conductibilité électrique prise pendant un certain temps, à diverses reprises, devra donc précéder toute analyse chimique complète d'une eau minérale; cette méthode permettra aussi de constater rapidement les variations diverses et souvent imprévues des eaux de source. Nous avons ains étudié, pendant un an, la conductibilité des eaux d'une source des Vosges les résultats seront publiés dans le *Bulletin de la Société chimique* (1). »

---

(1) Au cours de ce Travail, j'ai eu connaissance d'une dissertation inaugurale dans laquelle M. W. Lehnert (*Erlanger;* 1897) étudie la relation qui existe entre la conductibilité électrique de diverses eaux de source et leur extrait sec. M. Lehnert conclut à une proportionnalité approchée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le myrcénol et sa constitution.* Note de M. Ph. Barbier, présentée par M. H. Moissan.

« MM. Power et Kleber[1] ont obtenu par hydratation du myrcène un alcool de formule $C^{10}H^{18}O$ qu'ils ont cru devoir identifier avec le licaréol; le fait me paraissant très important au point de vue de la connaissance de la constitution du licaréol, qui est restée douteuse malgré les nombreuses recherches dont elle a été l'objet, j'ai repris l'étude de cette question. J'ai préparé une grande quantité de l'alcool de MM. Power et Kleber que j'appellerai dorénavant *myrcénol* en raison de son origine.

» Cet alcool correspond, d'après l'analyse, à la formule $C^{10}H^{18}O$.

» Le myrcénol est un liquide huileux, incolore et très odorant; il se polymérise lentement en devenant très visqueux. Son point d'ébullition est situé à 99°-101° sous 10mm; sa densité à 14°,5 est = 0,9012; son indice à la même température et pour la raie du sodium est $n_d = 1,47787$, d'où l'on déduit, pour la réfraction moléculaire, 48,35 (la réfraction moléculaire calculée pour l'alcool $C^{10}H^{18}O$ à deux liaisons est égale à 48,60).

» L'acétate de myrcényle, préparé à l'aide de l'anhydride acétique, est un liquide incolore, légèrement huileux, très odorant et bouillant à 111°-112° sous 10mm; il a donné à l'analyse les chiffres correspondant à la formule $C^{10}H^{17}O, C^2H^3O$.

» Le myrcénol est donc un alcool acyclique à deux liaisons éthyléniques ainsi que l'indique sa réfraction moléculaire; de plus, son mode de formation à partir du myrcène montre qu'il est tertiaire. Son odeur, son point d'ébullition ainsi que celui de son éther acétique et la facilité avec laquelle il se polymérise ne permettent pas de le confondre avec le licaréol; j'ai dû en rechercher la constitution par l'étude des produits d'oxydation.

» Dans *une première expérience,* faite en employant le mélange chromo-sulfurique, j'ai obtenu :

» 1° De la diméthylcétone qui a été caractérisée par son point d'ébullition, sa semicarbazone et la production d'iodoforme;

» 2° Une aldéhyde de formule $C^{10}H^{16}O$, à odeur forte, n'ayant aucune analogie avec celle du lémonal et que j'ai séparé des autres produits d'oxydation en en faisant l'oxime, qui bout à 148°-150° sous 10mm; l'analyse assigne à ce corps la composition

---

(1) *Pharm. Rundschau,* t. XIII. New-York, 1895.

exprimée par la formule $C^{10}H^{17}AzO$. Traitée par une dissolution d'acide oxalique à l'ébullition, cette oxime régénère l'aldéhyde bouillant aux environs de 110° sous 10mm.

» Pour la différencier du lémonal, j'en ai préparé la semi-carbazone, qui se présente sous forme d'une poudre cristalline blanche, fusible à 195°-196°, et répondant à la formule

$$C^{10}H^{16} = Az - AzH - CO - AzH^2;$$

» 3° De l'acide lévulique bouillant vers 145°-147° sous 10mm, dont j'ai analysé les sels d'argent et de baryum; j'ai en outre vérifié, sur l'acide libre, la formation d'iodoforme.

» Dans cette oxydation, il ne se forme pas trace de méthylheptenone, mais on retrouve une proportion notable de myrcène provenant de la déshydratation du myrcénol sous l'influence de l'acide sulfurique dilué.

» Une *seconde expérience* d'oxydation, faite en employant d'abord une dissolution de permanganate de potassium à 1 pour 100, puis le mélange sulfochromique, m'a donné uniquement de la diméthylcétone et un mélange d'acides lévulique et succinique.

» Les résultats qui précèdent permettent d'établir la constitution du myrcénol, qui sera représenté par la formule

$$CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}(OH) - CH = CH^2,$$

qui met en évidence les deux liaisons éthyléniques, la nature alcoolique tertiaire du corps et, enfin, rend compte des produits d'oxydation qu'il fournit.

» De la connaissance de la constitution du myrcénol, on déduit aisément celle du myrcène, dont on obtient la formule par déshydratation du myrcénol, ce qui donne

$$CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = CH - CH^2 - CH = \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} - CH = CH^2.$$

» Ainsi que je l'ai signalé plus haut, l'oxydation du myrcénol conduit à une aldéhyde de formule $C^{10}H^{16}O$; il est étrange de voir un alcool tertiaire engendrer une aldéhyde de même condensation en carbone, mais si l'on examine attentivement ce qui se passe dans cette oxydation, cette anomalie s'explique très aisément. En effet, sous l'action de l'acide sulfurique dilué qui entre dans la composition du mélange oxydant, le myrcénol est déshydraté avec production de myrcène, et c'est ce dernier qui, fixant un

atome d'oxygène, engendre l'aldéhyde $C^{10}H^{16}O$ conformément à l'équation ci-dessous :

$$\begin{array}{l} CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = CH - CH^2 - CH = \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} - CH = CH^2 + O \\ = CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = CH - CH^2 - CH = \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} - CH = CHOH; \end{array}$$

le second membre de cette égalité n'est autre que la forme desmotropique de l'aldéhyde en question qui constitue un isomère de position du lémonal.

» Je me suis assuré par une expérience directe de la réalité de cette explication; d'ailleurs, cette réaction est rigoureusement la même que celle qui transforme l'éthylène, le propylène et l'isobutylène en aldéhydes éthylique, propylique et isobutylique, ainsi que M. Berthelot l'a montré autrefois.

» Les expériences que je viens de relater établissent d'une façon indiscutable que le myrcénol est représenté par la formule

$$CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}(OH) - CH = CH^2;$$

or, cette formule de constitution est précisément celle qui a été attribuée au licaréol par M. Tiemann; mais, comme les propriétés physiques et les propriétés chimiques du myrcénol sont tout à fait distinctes de celles du licaréol, il devient nécessaire d'attribuer au licaréol une autre formule que celle qui a été admise jusqu'à présent et qui appartient au myrcénol.

» Ce travail fait en outre connaître une nouvelle aldéhyde, isomère du lémonal, susceptible, comme ce dernier, d'exister sous deux formes stéréo-isomériques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le nitroacétate d'éthyle.* Note de M. A. Wahl, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 748, nous avons montré, M. Bouveault et moi, que le nitrodiméthylacrylate d'éthyle-α, traité par l'ammoniac gazeux, subit un dédoublement en diméthylcétone

et en un composé $C^4H^7AzO^4$ bouillant à 93°-95° sous 10mm, qui n'est autre que le nitro-acétate d'éthyle. L'équation de la réaction qui lui donne naissance peut s'écrire

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C=\underset{\displaystyle |\atop AzO^2}{\dot{C}}-CO^2C^2H^5+H^2O=\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CO+\underset{\displaystyle |\atop AzO^2}{CH^2}-CO^2C^2H^5.$$

» La constitution du nitro-acétate d'éthyle a été démontrée à cette époque par le fait de sa réduction en glycocolle, caractérisée sous forme d'acide γ-phénylhydantoïque.

» Le nitro-acétate d'éthyle avait déjà fait l'objet de longues recherches (dont on trouvera la bibliographie complète dans la Note citée) de la part de divers savants et qui toutes avaient été infructueuses, sauf celles de M. de Forcrand (¹) (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 974).

» Le produit que M. de Forcrand a obtenu en faisant agir le bromacétate d'éthyle sur le nitrite d'argent diffère nettement du nôtre par ses constantes physiques : son point d'ébullition est 151°-152° sous la pression ordinaire, ce qui fait une différence d'environ 40° à 50°.

» Afin de faire l'étude comparative des deux produits, j'ai essayé de préparer le nitroacétate d'éthyle en suivant les indications de M. de Forcrand et aussi celles de M. Steiner (*Berichte* de Berlin, t. XV, p. 1605), qui en sont une légère modification, mais je n'ai pas réussi à obtenir un produit ayant un point d'ébullition fixe même après plusieurs rectifications.

» M. Scholl (*Chemiker Zeitung*, p. 650; 1900), en voulant également préparer le nitro-acétate d'éthyle par ce procédé, n'a pas été plus heureux dans ses tentatives, et il arrive même à conclure que le nitro-acétate d'éthyle n'existe pas.

» Quoi qu'il en soit, le produit de M. de Forcrand et le nôtre conduisant tous les deux au glycocolle par réduction, il s'ensuit que cette réaction n'est pas suffisante pour fournir des données certaines sur la constitution de notre nitro-acétate d'éthyle. Dans le but d'en déterminer la constitution d'une façon plus nette, j'ai cherché à en faire la synthèse d'une manière qui ne puisse plus laisser de doutes.

(¹) MM. R. Scholl et A. Schöfer viennent de démontrer que le produit de M. de Forcrand et de M. Steiner est un mélange de différents éthers, parmi lesquels se trouvent principalement les éthers glycolique, oxalique, nitroso et nitroglycoliques, etc., sans traces d'éther nitroacétique (*Deut. chem. Ges.*, t. 34, p. 871).

» Un premier essai, fait en vue d'isoler le sel de sodium de l'acide nitro-acétique qui se forme, d'après Kolbe (*Journ. f. prakt. Chem.*, t. V, p. 428), comme produit intermédiaire dans la préparation du nitrométhane pour l'éthérifier ensuite, n'a pas conduit au résultat attendu. Mais j'ai réussi à obtenir du nitro-acétate d'éthyle en petite quantité, en partant du nitro-malonate d'éthyle.

» M. Franchimont avait déjà constaté (*Recueil des Travaux des Pays-Bas*, t. VIII, p. 285) que l'éther nitrométhylmalonique perd avec la plus grande facilité une molécule d'acide carbonique pour donner l'éther nitro-propionique. On pouvait supposer que dans certaines conditions le nitro-malonate doit se conduire de même et fournir de l'acide carbonique et du nitroacétate d'éthyle

$$\underset{\substack{|\\ AzO^2}}{CH}\!\begin{cases} CO^2C^2H^5 \\ CO^2C^2H^5 \end{cases} + H^2O = \underset{\substack{|\\ AzO^2}}{CH^2} - CO^2C^2H^5 + CO^2 + C^2H^6O.$$

» Le nitromalonate d'éthyle a été préparé par M. Franchimont (*loc. cit.*) en traitant l'éther malonique par son acide nitrique *réel*. J'ai trouvé qu'il n'est pas nécessaire d'avoir recours à ce réactif (l'acide nitrique fumant ordinaire convenant tout aussi bien) et que, pour avoir le nitroma-lonate parfaitement pur, il est bon de passer par l'intermédiaire de son sel de potassium.

» On verse lentement 50^gr de malonate d'éthyle dans 150^gr d'acide nitrique fumant maintenu vers 20° à 30° C., et, quand tout est ajouté, on laisse reposer environ une heure en refroidissant lorsque la température tend à dépasser ces limites. Le produit est ensuite versé dans l'eau, l'huile qui se sépare rassemblée à l'éther, sa solution éthérée lavée à l'eau, puis l'éther chassé au bain-marie. Le résidu est étendu de plusieurs fois son volume d'alcool et est transformé en sel de potassium, en y projetant du carbonate de potassium pulvérisé. La masse prend une teinte jaune citron et s'épaissit; quand la décomposition est terminée, on essore les cristaux et on les purifie par recristallisation dans l'alcool bouillant.

» *Le sel de potassium du nitromalonate d'éthyle* $C^7H^{10}AzO^6K$ forme de magnifiques cristaux jaune citron solubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool froid, assez solubles à chaud. Chauffés sur la lame de platine, ces cristaux commencent par fondre, puis déflagrent avec une extrême violence.

» *Le sel de sodium* se prépare de la même manière, en saturant le nitro-malonate d'éthyle par du carbonate de sodium. Il cristallise dans l'alcool

bouillant, par refroidissement, en belles aiguilles légèrement jaunes, solubles dans l'alcool et très solubles dans l'eau.

» Ces sels, traités par les acides étendus, régénèrent le nitromalonate d'éthyle que l'on purifie en le distillant dans le vide.

» Le *nitromalonate d'éthyle* ainsi préparé constitue un liquide incolore, bouillant sans la moindre décomposition à 127° sous 10^{mm}. Il est plus lourd que l'eau : $d_4^{20} = 1,1988$, $d_0^0 = 1,220$ et y est légèrement soluble en la colorant en jaune.

» Plusieurs essais de le saponifier en le chauffant avec de l'eau en tube scellé n'ont pas réussi. A 120° il reste inaltéré; à 160° il est complètement décomposé et, à l'ouverture du tube, on constate une pression considérable et une forte odeur d'acide cyanhydrique; la partie aqueuse contient de l'acide oxalique.

» On réussit cependant à provoquer partiellement sa décomposition en nitroacétate d'éthyle et acide carbonique en traitant une solution aqueuse du sel de potassium par la potasse caustique à chaud.

» On laisse tomber goutte à goutte une solution aqueuse de 1 molécule de potasse dans une solution aqueuse bouillante de 1 molécule de sel de potassium du nitromalonate d'éthyle. Quand toute la potasse est ajoutée on maintient l'ébullition pendant quelques minutes puis on refroidit et neutralise par l'acide chlorhydrique dilué. Il se dégage de l'acide carbonique et il se dépose une huile faiblement colorée en jaune qu'on rassemble à l'éther et distille dans le vide. La portion qui passe à 90°-110° sous 10^{mm} est rectifiée à nouveau et l'on obtient ainsi un liquide incolore passant à 90°-95° qui a été caractérisé par son sel ammoniacal préparé en faisant passer un courant d'ammoniac dans sa solution éthérée.

» Ce sel, recristallisé dans l'alcool méthylique chaud, se présente sous forme de paillettes blanches identiques au sel ammoniacal du nitroacétate d'éthyle que nous avons déjà décrit.

» Son analyse répond à la formule $C^4H^{10}Az^2O^4$. La quantité de nitroacétate d'éthyle qui se forme dans cette réaction est toujours faible par suite sans doute de l'action décomposante que la potasse exerce sur lui.

» Mais l'identité du produit ainsi obtenu avec celui provenant du diméthylacrylate d'éthyle ne permet plus d'avoir de doutes sur la nature et la constitution du composé que nous avons obtenu, qui constitue donc bien le nitroacétate d'éthyle. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des éthers nitrobenzoylcyanacétiques isomériques ortho, méta et para et du chlorure d'orthonitrobenzoyle cristallisé.* Note de M. **Mavrojannis**, présentée par M. Haller.

« Dans une série de Communications présentées à l'Académie des Sciences ([1]), M. Haller a fait connaître une nouvelle classe de composés à réaction acide, auxquels il a donné le nom d'*acides méthiniques*.

» Parmi ces composés figurent les éthers acylcyanacétiques et, en particulier, les éthers benzoylcyanacétiques obtenus en faisant agir le chlorure de benzoyle sur l'éther cyanacétique sodé.

» En substituant au chlorure de benzoyle les chlorures de benzoyle nitrés, j'ai réussi à préparer les trois éthers ortho, méta et paranitrobenzoylcyanacétiques. Ces corps se forment d'après la réaction

$$C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} COCl \\ AzO^2 \end{matrix} \right. + Na\overset{\displaystyle CAz}{\underset{\displaystyle COOC^2H^5}{CH}} = C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} CO - \overset{\displaystyle CAz}{\underset{\displaystyle COOC^2H^5}{CH}} \\ AzO^2 \end{matrix} \right. + ClNa.$$

» On prépare ces éthers en faisant réagir des quantités équivalentes aux poids moléculaires de chlorures de nitrobenzoyle et d'éther cyanacétique sodé.

» Nous avons pris 22gr de cyanacétate dissous dans un volume d'alcool absolu et 4gr,6 de sodium combiné à 60gr du même alcool; on laisse le dérivé sodique se produire, puis on ajoute, en refroidissant, par petites portions, 36gr de chlorure d'acide dissous dans 60gr d'éther anhydre. On chauffe légèrement au réfrigérant ascendant jusqu'à ce que le liquide offre une réaction franchement acide et l'on distille pour enlever l'éther et l'alcool.

» Le résidu est agité vivement par une solution de carbonate de soude à $\frac{1}{20}$; il se précipite une huile qui ne tarde pas à cristalliser et qu'on sépare par filtration. C'est le nitrobenzoate d'éthyle, qui se forme toujours en assez grande quantité par réaction du chlorure d'acide sur l'alcool, concurremment avec le produit cyané. La liqueur alcaline filtrée est acidifiée par l'acide sulfurique en léger excès; le liquide se trouble et il se forme de petites gouttelettes d'une huile rougeâtre, qui se rassemblent au fond du vase et cristallisent plus ou moins rapidement. On essore le précipité, on le lave avec un peu d'eau et on le fait cristalliser soit dans l'éther, soit dans l'alcool.

([1]) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 142; t. CI, p. 1270; t. CV, p. 169.

» Les cristaux ainsi obtenus sont les éthers nitrobenzoylcyanacétiques. Leurs solutions alcooliques présentent une réaction franchement acide. Les persels de fer les colorent lentement en rouge, réaction qui, ainsi que l'a montré M. Haller, est générale pour cette classe de composés. Ils ont une saveur amère très prononcée.

» *Chlorure d'orthonitrobenzoyle.* — Ce composé a été préparé suivant la réaction classique. Il est décrit sous la forme d'une huile rougeâtre, renfermant encore de l'oxychlorure de phosphore, cristallisant seulement à basses températures et se décomposant avec explosion à son point d'ébullition, même dans le vide; il est donc impossible de le distiller. Pour le purifier, je le débarrasse le plus possible de $POCl^3$ en le soumettant à plusieurs chauffes successives en ayant soin de ne pas dépasser 100° sous une pression de 50^{mm}. Dans ces conditions, presque tout l'oxychlorure de phosphore distille, et il reste un résidu brun qui cristallise lentement. On lave les cristaux à l'éther de pétrole, on essore et l'on reprend par la ligroïne. En chassant cette ligroïne par distillation, on obtient des cristaux incolores qui brunissent un peu à l'air. Ce corps fond à 24°-25°; assez stable à froid, il se décompose par l'eau chaude en HCl et acide nitrobenzoïque. Cette propriété, les résultats de l'analyse et l'obtention de l'orthonitrobenzoylcyanacétate d'éthyle démontre que ce corps est bien le chlorure d'orthonitrobenzoyle.

» *Orthonitrobenzoylcyanacétate d'éthyle.* — On le débarrasse complètement de l'huile qui le souille, par des cristallisations répétées dans l'éther; on obtient ainsi de petits cristaux prismatiques fondant à 89°, presque insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'éther, la ligroïne, le sulfure de carbone, la benzine, très solubles dans l'alcool.

» *Métanitrobenzoylcyanacétate d'éthyle.* — Ce nouveau composé purifié par des cristallisations dans l'alcool à 95° à chaud se présente sous forme de fines aiguilles soyeuses, presque insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool à froid, l'éther, la benzine, le chloroforme. Il fond à 110°.

» *Paranitrobenzolcyanacétate d'éthyle.* — En le faisant cristalliser dans l'alcool à chaud, on obtient de fines aiguilles soyeuses, blanches, peu solubles dans l'éther, la benzine, la ligroïne, l'alcool à froid, presque insolubles dans l'eau. Il fond à 158°.

» Nous nous proposons de continuer l'étude de ces éthers et de leurs sels, et nous avons en particulier l'intention de les réduire et de les soumettre à l'action de l'eau bouillante pour obtenir les cyanacétophénones nitrés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle réaction de la saccharine (sulfimide benzoïque).* Note de M. Alex. Leys, présentée par M. H. Moissan.

« Prenons des solutions très étendues de sels de cuivre dont l'élément électronégatif est un acide minéral, le sulfate ou le chlorure par exemple, et ajoutons-y une faible proportion d'eau oxygénée; l'application de la chaleur à un pareil milieu ne semble pas l'influencer et il garde sa teinte primitive. Mais si avant le chauffage on laisse tomber dans le mélange une petite quantité d'un corps organique en solution aqueuse, en poursuivant l'opération il se produit, dans certains cas, un phénomène très caractéristique. En effet, les substances présentant dans leur structure une chaîne fermée à liaisons éthyléniques, et celles-là seules donnent, dans ces conditions, une coloration brune excessivement intense avec formation d'un précipité de même couleur. Ce précipité renferme une très faible proportion de cuivre.

» Pour répéter cette expérience, on additionnera 10^{cc} d'une solution à peine colorée de sulfate de cuivre de 2 à 3 gouttes d'eau oxygénée à 10 volumes et de 1^{cc} de solution du corps organique et l'on chauffera. En opérant ainsi, nous avons obtenu la coloration brune avec le benzène, le pyrrol, le tiophène, le furfurol, l'antipyrine, les acides benzoïque et cinnamique, la saccharine, l'acétanilide, le chlorhydrate d'orthophénylènediamine et toute la série des phénols et des acides phénols. Au contraire, l'alcool, l'acide acétique, l'acide lactique, la saccharose, l'acétate d'allyle, l'acide fumarique, le menthol, le térébenthène n'y produisent aucun changement de coloration.

» Parmi tous les corps que nous venons d'énumérer, la saccharine nous intéressait particulièrement : aussi est-ce sur elle que nous avons continué l'étude de la présente réaction.

» La formation des corps bruns que nous venons de signaler est entravée par la présence, au sein du milieu, d'un acide minéral libre. Cependant, en tâtonnant, nous sommes arrivé à en mettre une quantité assez faible pour ne pas empêcher le brunissement, mais pour le modérer au point de n'avoir qu'une teinte jaune. Dans ces conditions, en opérant avec une eau oxygénée très faible et en laissant le milieu reprendre lentement la température ambiante, on obtient une coloration violette très perceptible en y laissant tomber une ou deux gouttes de perchlorure de fer dilué. Il y a donc formation d'un acide oxybenzoïque et par là même un moyen de caractériser la saccharine.

» Malheureusement, la réaction ainsi présentée était délicate et très incommode; dans le cours de notre étude, nous sommes parvenu à la simplifier considérablement.

Nous évitons le brunissement sans aciduler pour cela en opérant à froid en présence d'une eau oxygénée extrêmement diluée et en remplaçant l'élévation de température par un contact prolongé. Quant au sel de cuivre, nous avons reconnu que l'on pouvait le remplacer avantageusement par le perchlorure de fer. En effet, ce dernier, en présence d'eau oxygénée et en opérant à chaud, donne également des corps brun foncé avec les composés cycliques et, pour une action lente, à froid, il paraît plus actif. Il sert donc à la fois comme fixateur d'oxygène et comme provocateur de la coloration violette par sa combinaison avec l'acide oxybenzoïque formé.

» Cette réaction avec les simplifications que nous venons d'indiquer est très sensible et l'on obtient une coloration nette avec 1^{mgr} de saccharine à condition que cette dernière soit le seul corps organique du milieu réagissant.

» Voici notre façon d'opérer :

» Nous préparons deux solutions A et B.

» A. *Solution de perchlorure de fer.* — Préparée en versant 2^{cc} de perchlorure de fer à 30° Baumé dans un ballon de 100^{cc} et complétant avec de l'eau.

» B. *Eau oxygénée à* $0^{vol},05$. — Préparée en versant 1^{cc} d'eau oxygénée à 10^{vol} dans un ballon de 200^{cc} et complétant avec de l'eau.

» Mettons dans un tube à essais 5^{cc} d'une solution de saccharine au $\frac{4}{10000}$ ajoutons-y 2 gouttes de perchlorure de fer A puis 2^{cc} d'eau oxygénée B; au bout de trente à quarante-cinq minutes, il se développera une coloration violette très apparente et qui se maintiendra des semaines si l'eau oxygénée n'est pas en excès. »

EMPLOI DE LA RÉACTION PRÉCÉDENTE POUR LA RECHERCHE DE LA SACCHARINE DANS LES PRODUITS DE LAITERIE.

« *Extraction de la saccharine du lait.* — On prépare une solution de bisulfate de potassium à 10 pour 100, et à 100^{cc} de celle-ci l'on ajoute 10^{cc} d'alcool éthylique à 99°. Cette liqueur précipite à froid toute la caséine et la matière grasse sous une forme granuleuse et grâce à la fonction acide du bisulfate son alcool retient en solution toute la saccharine à l'état probable de sulfimide.

» On verse 50^{cc} de lait dans 100^{cc} de liqueur et l'on jette sur filtre. Le liquide passe clair. On l'agite avec de l'éther sulfurique qui, par son affinité pour l'alcool, retient une grande partie de ce dernier et avec lui la saccharine qui y est très soluble. On sépare dans une boule à décantation, on évapore l'éther et l'on termine sur une plaque chauffante à 90°, jusqu'à dessiccation complète. On reprend à l'ébullition par 5^{cc} d'eau distillée et après refroidissement on examine la saveur du liquide. Quand il présente un goût sucré, on le fait passer dans un tube à essai, on ajoute 2 gouttes de perchlorure

de fer A, puis 2^{cc} d'eau oxygénée B et l'on abandonne le tout pendant une demi-heure. La teinte violette se développe lentement.

» *Extraction de la saccharine du beurre.* — On fait un mélange à volumes égaux de chloroforme et d'alcool à 99°, dans lequel on dissout le beurre tel qu'il se présente pour la vente. On ajoute le double de son volume d'eau distillée, on agite et l'on verse dans une boule à décantation. Le chloroforme gagne le fond, entraînant la matière grasse, et la solution alcoolique qui surnage contient la saccharine. On l'évapore comme précédemment et l'on termine d'une façon identique.

» Notre méthode de caractérisation doit laisser toute certitude à l'analyste.

» S'il opère suivant nos prescriptions, l'addition préalable de perchlorure de fer, en donnant une coloration, l'avertira de suite de la présence d'un corps phénolique à la place de la saccharine de même qu'un précipité blanc très apparent et immédiat lui fera soupçonner la présence d'un acide aromatique comme l'acide benzoïque, cinnamique ou autre.

» On peut donc affirmer la présence de la saccharine lorsque le produit de l'extraction à l'éther, repris par l'eau, offre un goût sucré et que, limpide et non coloré après addition de perchlorure, il donne une coloration violette par l'eau oxygénée très diluée. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la migration des matières azotées et des matières ternaires dans les plantes annuelles.* Note de M. G. André.

« La formation ainsi que la migration des matières azotées et des matières ternaires dans une plante annuelle, étudiées maintes fois par de nombreux expérimentateurs, présentent plusieurs particularités intéressantes à signaler sur lesquelles je demande la permission de revenir. J'ai pris comme types le *Sinapis alba,* plante à végétation rapide, à graine oléagineuse, et le *Lupinus albus,* plante à végétation moins rapide, à graine mixte, riche en azote. Les échantillons, prélevés à divers moments de la végétation, ont été traités successivement par l'éther de pétrole, puis par l'alcool à 60 degrés tiède, lequel dissout les hydrates de carbone solubles; ceux-ci ont été calculés en glucose à partir de la matière supposée privée de graisses. La partie demeurée insoluble après ce traitement a été chauffée à 100° pendant dix-huit heures avec de l'acide sulfurique à 2 pour 100. C'est au produit soluble obtenu dans ces conditions que je donne le nom d'*hydrates de carbone saccharifiables,* lesquels comprennent les pentosanes, l'amidon, les hémicelluloses; je les ai calculés en glucose. Le résidu inso-

luble a été traité par la liqueur de Schweizer. Il reste finalement une matière, souvent fort abondante, sur laquelle je reviendrai dans une prochaine Communication. Je ne parlerai aujourd'hui que des variations de l'azote et de celles des matières sucrées solubles dans l'alcool étendu.

Sinapis alba. Pour 100 de matière sèche........	Graines, 10 mai 1899.	Plante entière, 3 juin.	Débuts de la floraison, 14 juin.			Floraison, 23 juin.				Fin de la floraison, 25 juillet.			
			Racines.	Tiges.	Feuilles.	Racines.	Tiges.	Feuilles.	Inflorescences.	Racines.	Tiges.	Feuilles.	Fruits.
Azote total....................	5,25	4,59	1,22	2,63	4,43	0,98	1,18	4,08	4,94	0,64	0,45	tombées sur le sol.	2,22
Azote amidé soluble...........	1,66	1,03	0,45	1,04	1,10	0,31	0,30	0,69	1,35	0,11	0,06		1,09
Matières grasses...............	22,22	2,15	0,65	3,65	1,62	0,62	0,89	4,15	3,52	0,31	1,23		9,75
Hydrates de carbone solubles dans l'eau (calc. en glucose)..	5,37	1,37	0,49	8,40	4,67	0	1,68	2,90	2,98	1,07	1,94		2,47
Hydrates de carbone saccharifiables (calculés en glucose).	7,43	13,15	22,79	14,69	9,93	27,01	22,21	0,78	12,02	25,74	26,27		22,65
Cellulose insoluble............	8,67	10,34	25,89	16,10	10,44	26,25	20,52	9,66	13,80	27,89	23,14		15,31
Vasculose......................	0	1,44	13,39	4,12	1,51	17,24	15,97	2,23	5,41	27,16	20,55		11,75

Lupinus albus. Pour 100 de matière sèche........	Graines, 5 avril 1899.	Plante entière, 18 mai.	Avant floraison, 6 juin.			Début de la floraison, 17 juin.				Maturation, 18 juillet.			
			Racines.	Tiges.	Feuilles.	Racines.	Tiges.	Feuilles.	Inflorescences.	Racines.	Tiges.	Feuilles.	Fruits.
Azote total....................	6,02	3,28	1,56	1,37	3,39	1,34	1,11	3,96	2,66	1,35	1,11	3,49	3,65
Azote amidé soluble...........	3,44	1,00	0,45	0,58	1,02	0,13	0,53	0,80	1,22	0,47	0,53	0,24	1,63
Matières grasses...............	9,36	1,75	0,64	0,97	1,91	0,59	0,79	2,14	1,28	0,34	0,54	1,42	0,61
Hydrates de carbone solubles dans l'eau (calc. en glucose)..	5,96	7,27	4,94	9,53	6,74	6,32	8,51	5,09	5,05	9,71	12,74	7,56	7,63
Hydrates de carbone saccharifiables (calculés en glucose).	19,85	16,79	18,09	22,74	17,25	21,94	21,11	13,23	22,63	23,29	21,34	12,39	22,42
Cellulose insoluble............	14,21	13,90	18,92	21,83	14,30	22,14	24,05	13,57	16,81	17,88	26,66	12,00	11,57

» I. *Variations de l'azote.* — L'azote que j'appelle par abréviation *azote amidé soluble* est obtenu en traitant l'échantillon par une ébullition de dix minutes avec de l'eau contenant 2 pour 100 d'acide acétique. La partie soluble comprend l'asparagine et amides congénères et quelques matières azotées plus complexes qui se sont solubilisées dans ces conditions. L'azote de ces matières est évidemment plus mobile que celui qui demeure insoluble, et cette distinction, même sommaire, permet d'établir plusieurs rapprochements entre la migration simultanée des matières azotées et celle des matières ternaires.

» Chez le *Sinapis,* l'azote amidé soluble, au moment de la première prise d'échantillon, vingt-quatre jours après le semis, représente moins du quart de l'azote total dans l'ensemble de la plante. Onze jours plus tard, dans la plante entière, il est environ le tiers de cet azote total : plus abondant dans la tige ($\frac{2}{5}$ de l'azote total) que dans

la racine ($\frac{1}{3}$) et que dans la feuille ($\frac{1}{4}$). Au moment de la floraison (23 juin), sa quantité absolue diminue; il ne représente, dans la plante totale, que 23,7 pour 100 de l'azote total. Il figure dans la racine pour $\frac{1}{3}$ de l'azote total de cette partie de la plante, pour $\frac{1}{4}$ dans la tige, pour $\frac{1}{6}$ dans la feuille, et il se dirige vers les inflorescences où il est les $\frac{27}{100}$ de l'azote total. A la fin de la floraison (25 juillet), il est de nouveau fort abondant dans la plante totale ($\frac{38}{100}$). Il quitte la racine et la tige et représente la moitié de l'azote total dans les fruits.

» Chez le *Lupin blanc*, l'azote amidé soluble est, à la première prise d'échantillon, le tiers environ de l'azote total dans l'ensemble de la plante. A la deuxième prise, dix-neuf jours plus tard et avant la floraison, il représente encore le tiers de cet azote, avec prépondérance dans la tige (42,3 pour 100) comme dans le cas du *Sinapis*. A la troisième prise, onze jours plus tard, et au début de la floraison, il représente 29,5 pour 100 de l'azote total. Son maximum est encore dans la tige (47,7 pour 100); les inflorescences en contiennent 45,8 pour 100. Il est peu abondant dans la racine ($\frac{1}{10}$), plus abondant dans la feuille ($\frac{1}{5}$). A la fin de la floraison et au début de la maturation (18 juillet), il est les $\frac{30}{100}$ de l'azote total, avec maximum dans la tige (47,7 pour 100) et dans les fruits (44,6 pour 100). Le feuilles en renferment très peu (7 pour 100), mais la racine en contient 34,8 pour 100, ce qui montre la continuation de l'activité du travail d'assimilation azotée chez les tubercules radicaux de cette plante.

» En somme, la migration de l'azote chez le *Lupin* se fait à peu près de même façon que chez le *Sinapis*; toutefois, la racine et la tige de la première de ces plantes contiennent de l'azote amidé soluble en forte proportion, même pendant la maturation des fruits.

» II. *Variations des matières ternaires. Sucres solubles dans l'alcool étendu.* — Les matières sucrées que l'on peut extraire par l'alcool tiède à 60 pour 100 ne sont que des matières transitoires. Elles préexistent déjà dans la graine (6 pour 100 environ de la matière sèche dégraissée). On peut supposer que, pendant le premier développement du *Sinapis*, une partie de ces matières sucrées provient de l'oxydation de la matière grasse, si abondante dans la graine (22,22 pour 100) et qui disparaît ensuite avec les progrès de la végétation. Dans les racines, les tiges, les feuilles de cette même plante, il y a décroissance de la quantité de ces matières sucrées à mesure que la végétation avance, alors que, chez le *Lupin*, ces sucres augmentent continuellement avec plus ou moins de régularité, pendant tout le développement du végétal. Le *Lupin* est d'ailleurs beaucoup plus riche en eau que le *Sinapis* au même état de développement. A l'époque de la maturation, j'ai trouvé, dans les fruits du *Sinapis*, 2,47 pour 100 de sucres solubles, alors que les matières grasses figurent déjà pour 9,71 pour 100. Chez le *Lupin*, à la même époque, les gousses renferment 7,63 pour 100 de sucres solubles, les matières grasses sont encore peu abondantes (0,61 pour 100); la transformation des hydrates de carbone en graisse est donc peu avancée. Il est probable que la matière grasse de la graine se forme aux dépens de ces hydrates de carbone solubles transitoires. Cette formation est sans doute assez rapide pour que, chez le *Sinapis*, ces matières sucrées n'aient pas le temps de s'accumuler.

» Je donnerai prochainement la suite de cette étude et j'examinerai la variation des hydrates de carbone saccharifiables, de la cellulose et de la vasculose. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le Voandzou.* Note de M. **Balland.**

« Le Voandzou (*Glycine* ou *Voandzia subterranea*) est une légumineuse annuelle, originaire de l'Afrique intertropicale où sa culture, par les nègres, est aujourd'hui très répandue. Elle est moins commune dans l'Asie méridionale et il ne semble pas qu'on la pratique beaucoup en Amérique si ce n'est au Brésil où le Voandzou se nomme *Mandubi d'Angola* (A. de Candolle, *Origine des plantes cultivées*).

» Le fruit du Voandzou est une gousse à un grain qui mûrit dans le sol, comme l'Arachide. L'échantillon que j'ai examiné vient du poste de Bangasso, dans le Haut-Oubangui; il figurait à la dernière Exposition de Paris, parmi les produits du Congo, sous le nom de *Haricot-Pistache*. Les graines, plus ou moins ovoïdes, présentent des marbrures noires sur un fond rouge foncé; l'ombilic est blanc, non cerclé de noir, comme dans la plupart des haricots. Elles donnent une farine très blanche, à saveur de légumineuse; mais, après cuisson dans l'eau, la saveur rappelle absolument la châtaigne.

» La décortication fournit 8 pour 100 d'enveloppes, c'est-à-dire la même proportion que nos haricots indigènes.

» Le poids des graines varie entre $0^{gr},35$ et $1^{gr},10$; celui des gousses entre $0^{gr},64$ et $1^{gr},62$.

Composition des gousses.

Graines	68
Cosses	32
	100

Composition des graines.

Amandes	92
Enveloppes	8
	100

Analyse des graines (amande et enveloppe).

Eau	9,80
Matières azotées	18,60
» grasses	6,00
» amylacées	58,30
Cellulose résistante	4,00
Cendres	3,30
	100,00

» En admettant avec les physiologistes qu'il faille chaque jour, pour réparer les pertes subies par l'organisme humain : 120^{gr} à 130^{gr} de matière azotée, 56^{gr} de graisse et 500^{gr} d'hydrates de carbone, on voit, même en

tenant compte des coefficients de digestibilité, que l'on retrouve assez exactement ces éléments dans un kilogramme de graines de Voandzou. Le fait est à signaler : c'est d'ailleurs le premier exemple que j'aie rencontré d'un produit naturel présentant, au même degré, les allures chimiques d'un aliment complet. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à la recherche microchimique des alcaloïdes.* Note de M. **M.-E. Pozzi-Escot.** (Extrait.)

« Nous avons obtenu quelques réactions intéressantes, mais qui ne nous permettent pas d'indiquer une méthode de recherches toxicologiques rigoureuse.

» Avec la STRYCHNINE, l'*acide chloroplatinique* donne des prismes plats groupés en étoiles d'environ 130 μ, couleur fleur de pêcher; le *chlorure aurique,* des cristallisations très abondantes de petits prismes groupés en colonies; l'*iodure de potassium* et l'*iode* donnent de grandes et abondantes gerbes de cristaux d'un vert olive foncé et d'une grande netteté.

» Avec la BRUCINE, le *chlorure de platine* donne des prismes barbus étoilés très petits et très abondants.

» Avec la QUININE, le *chlorure de platine* donne de petits grains polarisant fortement la lumière; l'*iode dissous dans* KI, de petits prismes.

» Avec la COCAÏNE, le *chlorure de platine* donne de grands cristaux dentés qui sont des accolades de bâtonnets prismatiques; cette cristallisation est immédiate; le *chlorure d'or* donne de grands cristaux dentés groupés en arborescences.

Avec la CODÉINE, l'*iodure de mercure dissous dans* KI donne des rosaces de cristaux presque noirs.

» Avec l'ATROPINE, l'*iodure de potassium ioduré* donne immédiatement des cristaux pointus accouplés deux à deux et croisés, d'un beau noir, de 4 μ à 5 μ, très abondants.

» Avec la MORPHINE, l'*iodure de potassium ioduré* donne des cristallisations en forme de tête de chardon. »

ZOOLOGIE. — *Sur des phénomènes d'histolyse et d'histogenèse accompagnant le développement des Trématodes endoparasites de Mollusques terrestres.* Note de MM. **C. Vaney** et **A. Conte,** présentée par M. Alfred Giard.

« Nous avons fait connaître, en 1899 [1], un Cercaire urodèle parasite d'*Helix pomatia;* depuis nous en avons retrouvé un second vivant dans le

[1] *Sur un Cercaire* (C. pomatiæ, n. sp.) *parasite d'*Helix pomatia (*Zoologischer Anzeiger,* Bd XXII; 1899).

foie des *Helix nemoralis* et *hortensis*. La présence d'une queue bien développée chez ces deux formes montre que cet appendice ne constitue point un caractère spécial des Cercaires de Mollusques aquatiques et que la classification des Cercaires en Urodèles et Anoures n'est nullement en rapport avec le mode de vie de leurs hôtes.

» L'étude du développement de ces deux Cercaires, jointe à celle du *Distomum leptostomum* Olsson, parasite d'*Helix aspersa*, et dont la larve a une queue rudimentaire, nous a montré des phénomènes d'histolyse et d'histogenèse rappelant ceux observés chez les Insectes.

» Nos recherches ont plus particulièrement porté sur le développement des Cercaires d'*Helix nemoralis* : ils se développent en grand nombre dans des sporocystes tubuleux, par bourgeonnement de la paroi de ceux-ci, soit seulement à l'extrémité antérieure, soit en un point quelconque. Ces bourgeons s'accroissent et constituent d'abord des amas cellulaires très compacts ne présentant aucune différenciation. Puis la plus grande partie de leurs éléments entrent en histolyse : ils augmentent de volume, se chargent de granulations graisseuses, et leur noyau subit, lui aussi, une véritable dégénérescence. Cette destruction des noyaux se fait par des modes divers : au début, on les voit s'hypertrophier, s'arrondir; leur substance chromatique disparaît et des granulations de graisse prennent naissance dans leur intérieur; quant aux nucléoles, ils grossissent et peuvent ou subir une simple dégénérescence, ou se fragmenter, ou s'étirer en un boyau qui traversera la membrane nucléaire. Finalement, le bourgeon n'est bientôt plus qu'une masse volumineuse, bourrée de granules graisseux enfermés dans des travées provenant des parois cellulaires, et où l'on distingue encore çà et là quelques fragments de noyaux. On ne retrouve plus que quelques cellules restées intactes. Ces cellules se groupent presque exclusivement sur une des faces du bourgeon, face qui, chez le Cercaire, sera la face ventrale. Là elles se multiplient jusqu'à constituer une plaque que nous appellerons la *plaque ventrale*. Celle-ci va fonctionner absolument comme un disque invaginal. C'est elle qui, par prolifération, en certains points, formera tous les organes du Cercaire. En même temps qu'elle se constitue l'on voit apparaître la ventouse ventrale. Plus tard se forme antérieurement la ventouse buccale. Immédiatement en arrière de celle-ci, des cellules, issues de la plaque ventrale, se groupent pour former le pharynx et le début du tube digestif. En avant de la ventouse ventrale, un groupe de cellules donnera l'extrémité antérieure des conduits génitaux et les organes d'accouplement. En arrière, d'autres groupes de cellules serviront à l'édification des organes génitaux. Quant à l'appareil excréteur, il apparaît sous forme d'une invagination se produisant vers l'insertion de la queue. Cette dernière subira chez le Cercaire une dégénérescence analogue à celle que nous venons de décrire dans le bourgeon.

» Tous ces phénomènes d'histolyse, que nous avons pu suivre en détail par suite du petit nombre des éléments des bourgeons, nous permettent d'affirmer qu'ils ont lieu *sans qu'il y ait, à aucun moment, intervention de phagocytose*.

» Ces mêmes faits se retrouvent chez les deux autres Cercaires. Chez le *Cercaria helicis pomatiæ* Vaney-Conte, ils se présentent avec la même netteté, sauf de petites variantes ayant trait à l'histogenèse.

» Chez le Cercaire du *Distomum leptostomum*, les phénomènes d'histolyse et d'histogenèse, qui sont bien visibles, ont lieu presque simultanément; de ce fait, la plaque ventrale n'est pas aussi nettement différenciée que précédemment. De notre étude comparée il résulte qu'il n'y a là qu'une simple condensation embryologique en rapport d'ailleurs avec le mode de vie de ce Distome. En effet, le Cercaire du *Distomum leptostomum* est un Cercaire à queue rudimentaire, passant directement de son hôte provisoire, l'*Helix aspersa*, à son hôte définitif, le Hérisson. Le très peu de développement de son appendice caudal est en rapport avec son absence de vie libre. Chez nos deux autres Cercaires, la queue est bien développée, quoiqu'il ne faille pourtant pas en conclure à une vie libre, peu en rapport avec l'habitat de leur hôte. Cette queue, chez ces deux espèces, disparaît même dans l'hôte provisoire; elle tombe souvent à l'intérieur du sporocyste et le Cercaire d'*Helix nemoralis* peut même s'enkyster à l'intérieur de son sporocyste. Elle dégénère comme nous l'avons signalé précédemment et, dans le kyste, on n'en retrouve plus aucune trace. Toutefois, chez ces deux dernières formes, la présence d'un appendice caudal, organe de natation, n'en est pas moins un caractère de moindre adaptation à la vie parasitaire. Cette dernière n'a pas encore beaucoup retenti sur leur morphologie et leur développement, tandis que, chez les types anoures, en même temps qu'elle influait sur le développement de la queue, elle entraînait une condensation embryologique analogue à celle que nous signalons chez le *Distomum leptostomum*.

» Toutes ces recherches ont porté sur des Trématodes parasites de Mollusques terrestres; nous les compléterons bientôt par l'étude des formes parasites de Mollusques aquatiques; les *Blasenzellen* signalées par Schwarze (¹) dans le développement postembryonnaire de *Cercaria armata* V. Sieb., rappellent beaucoup les éléments en dégénérescence que nous venons d'étudier. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'évolution des feuillets blastodermiques chez les Nématodes.* Note de M. **A. Conte**, présentée par M. Alfred Giard.

« Dans une Note préliminaire (²) sur la formation des feuillets et l'organogénie de *Sclerostomum equinum* Duj., nous avons signalé la disparition de la moitié antérieure de l'endoderme et son remplacement par des éléments d'origine ectodermique. Nous insistions sur ce fait que, chez des

(¹) W. Schwarze, *Die postembryonale Entwicklung der Trematoden* (*Zeitschr. f. wiss. Zoologie*, 43. Bd; 1886).

(²) *Comptes rendus*, 19 novembre 1900.

larves très jeunes, les caractères histologiques de l'intestin étaient très différents de ceux observés dans l'œuf et nous admettions l'existence d'un intestin de seconde formation dont nous ne pouvions alors préciser l'origine. Nous avons poursuivi ces recherches en les étendant à deux autres espèces vivipares, le *Cucullanus elegans* Zed. et la Filaire de la grenouille verte.

» Chez *Cucullanus elegans*, l'œuf est très transparent; la segmentation aboutit à une blastula qui, en coupe longitudinale, offre une paroi de neuf blastomères; sa cavité de segmentation est très réduite. Par invagination pénètrent dans le blastocœle les initiales endodermiques et mésodermiques. Puis les feuillets s'accroissent, mais très inégalement : l'ectoderme se développe le premier, et c'est son grand développement qui a conduit Butschli, dans un examen extérieur de l'embryologie de cette espèce, à considérer comme une gastrulation embolique ce qui n'est en réalité qu'un reploiement. Il n'a point vu les deux autres feuillets, qui ne sont guère encore représentés que par leurs initiales. Dans la région antérieure se forment des proliférations analogues à celles que l'on voit se produire au même point chez *Sclerostomum equinum*.

» A ce stade les cellules de la couche superficielle de l'embryon commencent à entrer en régression et subissent une dégénérescence totale. Pendant ce temps l'endoderme se développe et forme un archentéron composé de deux rangées de grosses cellules. Ces dernières ne tardent pas à subir une dégénérescence analogue à celle des cellules ectodermiques et rappelant ce que Reichenbach a décrit dans le développement d'*Astacus fluviatilis*. Il ne reste bientôt plus que des parois cellulaires. Dans cette dégénérescence, le noyau s'arrondit, la substance chromatique disparaît, le nucléole se gonfle, finalement la membrane nucléaire et le nucléole disparaissent à leur tour. Pendant que s'accomplit cette dégénérescence de tout l'endoderme, le mésoderme s'est développé sous forme de deux bandes ventrales. C'est là le mode de formation du mésoderme chez tous les Nématodes que nous avons étudiés et Butschli a été induit en erreur par les proliférations ectodermiques antérieures dont nous avons parlé.

» Les bandes mésodermiques à un moment de leur évolution présentent chacune deux lames bien distinctes. Ce mésoderme ne tarde pas à envelopper complètement l'endoderme, un certain nombre de ses éléments s'appliquent sur ce dernier feuillet; là ils prolifèrent et ce sont eux qui constituent la paroi intestinale. Dans une coupe longitudinale d'une larve sur le point d'éclore, on ne trouve que deux feuillets : un feuillet externe et un interne constituant le tube digestif.

» Dans la région antérieure persistent des éléments résultant des proliférations et constituant le système nerveux et l'œsophage. Ainsi chez le *Cucullanus elegans* nous assistons à une disparition totale de l'endoderme et une disparition partielle de l'ectoderme.

» Nous avons trouvé des faits analogues chez notre Filaire. Là, par suite d'une condensation embryogénique intense, le mésoderme acquiert très vite un grand développement, ses éléments entourent les quelques cellules endodermiques et celles-ci ne

tardent pas à présenter une dégénérescence identique à celle dont nous avons parlé.

» Chez *Sclerostomum equinum* nous avons pu, grâce à des coupes très fines, étudier des œufs voisins du stade d'éclosion : nous y avons retrouvé des cellules endodermiques offrant les mêmes caractères de dégénérescence et, appliqués sur ces cellules, de petits éléments cellulaires que, par homologation avec les deux autres espèces, nous considérons comme mésodermiques. Ce sont ces éléments qui constituent l'intestin définitif dont nous avons signalé la différence de structure histologique avec l'intestin embryonnaire.

» Ainsi, chez ces trois espèces de Nématodes vivipares, nous constatons une disparition plus ou moins importante de l'ectoderme et une disparition totale de l'endoderme. Le tube digestif de l'adulte est formé, d'une part par des éléments ectodermiques constituant l'œsophage, d'autre part par des éléments mésodermiques formant l'intestin. Dans tous ces cas, la cavité générale est limitée par deux feuillets d'origine mésodermique. »

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle sous-famille d'Hémiptères marins, les* Hermatobatinæ. Note de MM. **H. Coutière** et **J. Martin**, présentée par M. Perrier.

« L'un de nous a recueilli à Djibouti (Afrique orientale) un nouvel Hémiptère marin, appartenant au remarquable genre *Hermatobates* Carpenter, jusqu'ici représenté par une unique espèce, *H. Haddoni* Carpenter, provenant du détroit de Torrès (P[r] Haddon). Nous proposons pour la nouvelle espèce le nom de *H. Djiboutensis*.

» D'autre part, les collections du Muséum nous ont offert, parmi des matériaux rapportés des Philippines par M. Marche, plusieurs spécimens assez différents des précédents pour que nous ayons dû en faire le type d'un nouveau genre, *Hermatobatodes*, représenté par l'unique espèce *H. Marchei*. L'étude de ces diverses formes nous a conduits à les réunir en une sous-famille particulière, celle des *Hermatobatinæ*.

» Les Hémiptères vivant à la surface des eaux marines, réunis d'abord dans le genre *Halobates* Eschkoltz, se sont accrus depuis des genres *Hymenobates* Uhler et *Metrocoris* Mayr (*Halobatodes* B. White). Ce dernier, vivant surtout sur les eaux saumâtres des estuaires et des lagunes, ou près des rivages, conduit à des formes telles que les *Brachymetra* Mayr, *Metrobates* Uhler, *Platygerris* B. White, *Trepobates* Uhler, *Climarrhometra* et *Potamometra* Bianchi, toutes limnophiles. L'ensemble constitue la sous-famille des *Halobatinæ*, rameau de la famille des *Gerridæ*.

» La ressemblance extérieure assez grande avec les *Halobates* que présentent les trois espèces de la nouvelle sous-famille est due uniquement à des faits de convergence adaptative. Les uns et les autres ont le corps couvert d'une fine pubescence permettant la submersion momentanée; les ailes sont absentes, les membres présentent des dispositions générales comparables, l'abdomen est très réduit chez les adultes.

» Les *Hermatobatinæ* présentent, au contraire, des affinités très grandes avec la famille des *Veliidæ*. Celle-ci comprend, comme celle des *Gerridæ*, de nombreux genres habitant les eaux douces, *Velia* Latr., *Hydroessa* Burmeister (*Microvelia* Westwood), *Angilia*, *Bæcula* Stål, *Perittopus* Fieber, *Veliomorpha* Garbini, et aussi des formes marines, telles que *Halovelia* Bergroth, *Rhagovelia* Mayr (*Trochopus* Carpenter). Il convient de réunir les formes précédentes dans la sous-famille des *Veliinæ*, celle des *Hermatobatinæ* étant réservée aux deux genres qui font l'objet de cette Note, et qui sont beaucoup plus profondément modifiés que les *Veliinæ* marins.

» Les *Hermatobates Haddoni* et *Djiboutensis* sont jusqu'à présent représentés l'un et l'autre par des mâles. Le corps est régulièrement ovale, couvert d'une fine pubescence, les pattes antérieures ravisseuses sont relativement énormes, les hanches des trois paires de membres sont presque équidistantes. L'abdomen est très fortement raccourci, et son dernier segment, en forme de bouton, présente la particularité unique, croyons-nous, chez les Hémiptères, de paraître inséré en entier sur le tergum du somite précédent, dont les deux moitiés symétriques, écartées sur la ligne médiane, ont comme glissé verticalement de part et d'autre du dernier segment. Ainsi se trouvent conciliées l'extrême réduction de l'abdomen et la situation normale, dans l'axe du corps, de l'orifice anal.

» Le genre *Hermatobatodes* se distingue du précédent par un caractère très remarquable : le méso et le métathorax, fusionnés, se présentent dorsalement sous la forme de deux aires symétriques saillantes, séparées par un sillon étroit qui représente seul le mésonotum, et divergeant ensuite à partir d'une courte saillie transversale (vestige de l'écusson), pour encadrer presque entièrement le métanotum et l'abdomen. Les deux aires sont constituées par les pleures méta-mésothoraciques et abdominaux, accrus de façon inusitée.

» L'*Hermatobatodes Marchei* est représenté seulement par des ♀, dont les pattes antérieures sont assez faiblement armées. Les deux spécimens adultes sont accompagnés de deux larves d'âge différent, ayant l'une et l'autre seulement un article aux tarses, au lieu de trois, et qui permettent de suivre l'évolution de l'orifice génital ♀, sur le huitième segment abdominal. D'abord extérieur, cet orifice devient interne par le reploiement en dedans du sternite 8.

» Les *Hermatobatinæ* ne sont pas des formes de haute mer. L'*Hermatobatodes Haddoni* a été trouvé sur le récif de Mabuiag (Murray Island), parmi des fragments de

madrépores, et par Walker sous des valves de Tridacnes (Guichen reef, Arafura See). L'*Hermatobatodes Djiboutensis* fut capturé en compagnie d'un *Halobates*, courant sur une petite flaque de la surface du récif.

» *L'Hermatobatodes Marchei* porte comme indication : baie de Honda, surface. Il est donc vraisemblable qu'il s'agit de formes littorales pouvant s'attacher aux débris de madrépores et se laisser submerger à haute mer, ou courir à la surface des flots, sans s'éloigner des rivages.

» La question a été posée de savoir si les espèces marines d'Hémiptères représentent des formes très anciennes ayant conservé l'habitat originel ou s'il s'agit au contraire d'espèces secondairement adaptées à la vie dans les eaux marines.

» Il est très difficile d'admettre la première hypothèse si l'on considère que, pour les *Veliidæ* et les *Gerridæ*, par exemple, la surface des eaux n'est que la continuation de la surface terrestre, que rien n'est changé de leur mode de respiration ni de leur développement, et que leurs traits distinctifs les plus saillants sont avant tout des caractères d'adaptation. Les formes marines, en particulier, avec leur corps globuleux au centre d'une large base formée par les pattes écartées, leurs ailes absentes, leur revêtement pileux imperméable permettant une réserve d'air respirable, réalisent des conditions mécaniques très propres à la vie sur des eaux agitées. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les constantes physiques qui interviennent dans l'excitation électrique du nerf.* Note de M. **Georges Weiss**, présentée par M. Marey.

« J'ai montré que l'excitation électrique du nerf exige un minimum de dépense d'énergie quand la durée de la décharge est d'environ $0^s,0006$ pour une distance des électrodes de 10^{mm}. Cybulski et Zanietowski ont montré les premiers que, dans l'excitation par les décharges de condensateur, il y avait aussi un optimum lorsque la capacité du condensateur variait. Ce fait a été vérifié par Hoorweg, Dubois de Berne et Waller. J'ai repris ces mêmes recherches et suis arrivé à cette conclusion que l'optimum avait lieu pour le nerf de grenouille, entre électrodes distantes de 10^{mm}, quand le produit de la capacité du condensateur en microfarads par la résistance du circuit en ohms était égale à 560 environ.

» Cybulski et Zanietowski, Dubois de Berne et Waller considèrent que c'est l'énergie de la décharge qui doit mesurer l'excitation. Hoorweg dit que cette excitation dépend directement de l'intensité du courant et d'un décrément.

» Or, quand je me place à l'optimum pour la décharge de condensateur et à l'optimum pour le courant continu, je trouve que, dans le premier cas, l'énergie dépensée dans le nerf est d'environ 0,001 erg, dans le second cas, 0,0001 erg, c'est-à-dire une quantité dix fois moindre dans le second cas que dans le premier. Si, au contraire, je calcule les quantités d'électricité employées, je trouve, dans le premier cas, $1,4.10^{-9}$ coulombs et, dans le second cas, 10^{-9} coulombs, nombres très concordants quand on songe à la complexité de ce genre d'expériences.

» J'ai alors comparé entre elles différentes ondes produites par mon interrupteur balistique. Dans une première expérience, je recherchais le *seuil* de l'excitation pour une onde unique voisine de l'optimum; je calculais la quantité d'électricité et d'énergie mises en jeu. Je faisais ensuite une deuxième expérience où l'excitation était produite par deux ondes successives égales entre elles ou inégales, avec la seule condition que l'intervalle de temps s'écoulant entre le commencement de la première de ces ondes et la fin de la seconde fût égal à la durée totale de l'onde de la première expérience. Je calculais de nouveau la quantité d'électricité et d'énergie mises en jeu.

» J'avais ainsi fait usage de deux excitations de forme très différente et j'ai trouvé que toujours, en passant du premier cas au second, la quantité d'électricité ne variait que dans les limites des erreurs de la méthode, tandis qu'il n'en était pas de même de l'énergie dépensée.

» Ceci est incompatible avec les hypothèses de Cybulski et Zanietowski, Dubois de Berne et Waller, mais concorde parfaitement avec les idées de Hoorweg. En effet, dans un temps aussi court, le décrément peut ne pas encore produire son effet, et alors l'excitation ne dépend que de l'intensité du courant.

» Je n'ai pas voulu encombrer ma Note de chiffres; le détail de mes expériences se trouvera dans le Rapport que je présenterai sur cette question au Congrès de Turin. »

PHYSIOLOGIE. — *Mesure directe de la longueur d'onde dans le nerf à la suite d'excitations électriques brèves*. Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« La longueur des ondulations nerveuses que j'ai obtenues précédemment par plusieurs méthodes différentes peut être déduite, comme je l'ai déjà indiqué, de la mesure de leur fréquence et de leur vitesse de propagation. C'est ainsi que, dans une Note du 3 juillet 1899, j'estimais cette longueur comme voisine d'une valeur moyenne de 35^{mm} (soit 17,5 pour la demi-longueur d'onde). Mes nouvelles expériences sur la transmission nerveuse des excitations électriques, communiquées en février et mars à l'Académie, m'ont donné des valeurs analogues, avec quelques caractères nouveaux sur lesquels je reviendrai tout à l'heure.

» Il convient de signaler que j'avais déjà tenté antérieurement une mesure directe basée sur la production d'interférences dans le nerf par l'excitation faradique unipolaire. Quoique prêtant à la critique par suite de l'impossibilité d'éliminer sûrement les oscillations électriques dans une bobine à circuit ouvert, cette méthode m'avait pourtant donné des résultats intéressants et tout à fait comparables aux chiffres actuels, puisque les expériences publiées en janvier 1896 (*Archives de Physiologie*, p. 65) signalaient la production de zones neutres correspondant à des demi-longueurs d'onde de 15^{mm} à 20^{mm} (moyenne 17^{mm}).

» J'ai imaginé une nouvelle méthode qui permet de mesurer directement et avec sécurité cette valeur de la demi-onde dans le nerf. Je ne puis mieux en donner une idée qu'en la comparant à la méthode de R. Kœnig pour montrer l'interférence du son par différence de marche dans un tuyau à deux branches.

» Une excitation brève arrive en un point d'un nerf (sciatique de grenouille). A quelque distance au-dessus du point excité, un conducteur recueille l'onde propagée et le transmet à un second nerf moteur qui se trouve ainsi excité à son tour unipolairement (la patte est mise à la terre). Au-dessous du point excité sur le premier nerf, plaçons *à une distance variable* un second conducteur identique au précédent, et relions son extrémité libre à celle du premier au point où elle touche le second nerf; celui-ci recevra en même temps deux excitations égales [1] qui ne diffé-

---

[1] J'ai démontré que l'intensité d'une excitation unipolaire n'est pas modifiée par

reront l'une de l'autre que pour avoir cheminé à travers des longueurs variables du premier nerf. Si l'on choisit ces longueurs de telle façon qu'elles diffèrent d'une demi-longueur d'onde, les deux excitations arriveront au second nerf à des phases inverses et interféreront. C'est ce qu'on observe en effet : avec l'appareil à cylindre tournant qui m'a déjà servi à établir des courants de pile très brefs, et en employant des intensités suffisamment modérées, on arrive à trouver facilement sur le nerf transmetteur des positions relatives des deux conducteurs pour lesquelles *le second nerf* n'est plus excité; la différence des distances de ces conducteurs au pôle actif mesure la demi-longueur d'onde.

» La moyenne des valeurs obtenues par cette méthode est de 17^{mm}, ce qui concorde bien avec les déterminations précédentes. Il faut toutefois observer que chaque valeur individuelle peut différer sensiblement de ce chiffre 17. Il semble qu'il y ait deux groupes bien distincts de ces valeurs suivant les individus en expérience : les unes varieraient entre 17 et 19, les autres, plus rares, oscilleraient autour de 12 (phénomène explicable par ce qui suit).

» Mais un fait plus considérable a été mis en évidence par cette méthode et confirme entièrement les résultats récents de mon analyse chronoscopique de la transmission nerveuse, résultats dont mes dernières Notes avaient réservé la communication. Il s'agit de l'existence d'harmoniques plus ou moins nombreux dans l'oscillation nerveuse.

» En effet, dans cette précédente série d'expériences j'avais été surpris d'observer sur les mêmes individus, indépendamment de la fréquence déjà connue et comprise entre 600 et 1000, des fréquences bien plus grandes, allant souvent jusqu'à 3000 et 4000, pouvant même parfois dépasser largement ce chiffre. Cela m'avait donné l'idée d'une forme complexe de la vibration nerveuse et de sa décomposition possible en vibrations harmoniques. Mais ce point demandait à être contrôlé par une méthode moins délicate et surtout moins longue que l'analyse chronoscopique; la méthode actuelle remplit parfaitement ce but.

» Voici comme exemple les valeurs qu'elle m'a fournies, dans une expérience, pour les demi-longueurs d'onde donnant lieu à des interférences : $18^{mm},5$; $9^{mm},2$; $6^{mm},2$; $4^{mm},5$. Cela démontre la coexistence, avec la vibration fondamentale, de vibrations deux, trois, quatre fois plus fréquentes. Rarement on dépasse ainsi le troisième harmonique, mais la méthode chro-

---

l'interposition de grandes résistances telles que celle d'une portion de nerf plus ou moins longue.

noscopique démontre l'existence de vibrations partielles d'ordre encore plus élevé.

» Il est même possible que la longueur d'onde maxima trouvée le plus généralement ne soit en réalité que le premier harmonique d'une vibration deux fois plus lente (¹), car les chiffres trouvés dans certains cas, au lieu d'être dans le rapport de 1, 2, 3, ..., ont présenté le rapport 2, 3, 4, ... Le fait devra être recherché sur des nerfs de plus grande longueur. »

PHYSIOLOGIE. — *Quelques remarques sur les otolithes de la grenouille.* Note de M. **Marage**, présentée par M. H. Moissan.

« Le liquide de l'oreille interne contient des cristaux plus ou moins volumineux, les *otolithes*; les hypothèses, ayant pour but d'indiquer l'action acoustique de ces corps solides, ne sont guère probables; et, en tout cas, elles ne sont pas appuyées sur l'expérience.

» Chez la grenouille, le contenu de l'oreille interne a une apparence laiteuse, il est relativement facile d'en recueillir 1^{mgr}. J'en ai déterminé la densité; elle est 2,18 : ce chiffre est très élevé.

» La composition est la suivante : c'est une dissolution de carbonate de chaux et de magnésie dans un liquide chargé d'acide carbonique.

» Au contact de l'air, l'acide carbonique se dégage très rapidement et il est facile d'en déceler la présence.

» Le liquide lui-même est très volatil; au microscope, il se présente sous l'aspect d'une substance huileuse qui se condense en gouttelettes; il a été impossible d'en recueillir suffisamment pour en déterminer la composition.

» D'après l'analyse faite au laboratoire de Chimie minérale de l'École de Pharmacie, les cristaux qui restent sont formés de carbonate de chaux et de très petites quantités de carbonate de magnésie; les plus volumineux d'entre eux sont de la grosseur d'un globule sanguin (32 μ); les autres, 98 pour 100 à peu près, sont beaucoup plus petits, et il y en aura un grand nombre qui sont à peine visibles avec un grossissement de 450 diamètres.

» Ces otolithes sont solubles dans l'eau chargée d'acide carbonique et l'on peut les faire réapparaître par évaporation.

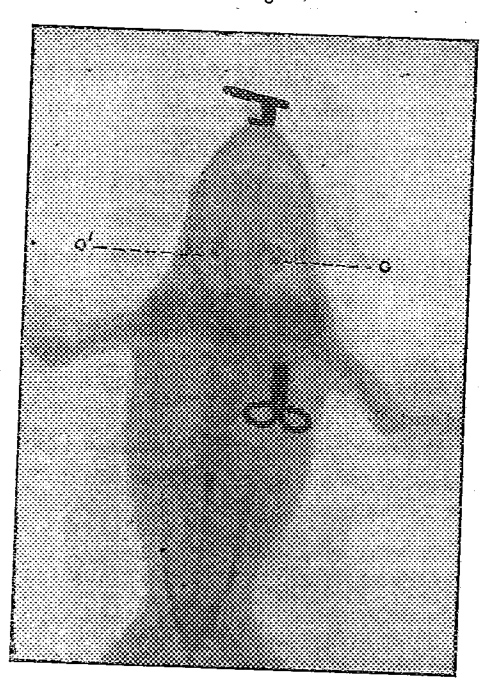
(¹) Le chiffre 12, indiqué tout à l'heure, ne serait pas ainsi celui d'une vibration fondamentale, mais d'un second harmonique, l'autre valeur 18 correspondant au premier.

» Le contenu de l'oreille interne est donc constitué par une dissolution de bicarbonate de chaux et de magnésie avec des cristaux en excès de carbonates insolubles; la grande densité de ce mélange en fait un admirable conducteur du son; et, somme toute, ce milieu est aussi homogène qu'un acier quelconque, comme on peut s'en convaincre en étudiant ces solides au microscope.

» On peut manifester l'existence de ces cristaux chez l'animal vivant.

» Pour cela, j'ai, avec l'aide de M. Comte, radiographié une grenouille vivante au laboratoire de Biologie appliquée. Le maxillaire inférieur a été rabattu sur le thorax de manière à diminuer l'épaisseur des tissus; les taches O et O′ représentent les otolithes (*fig.* 1); dans la *fig.* 2, un des otolithes O′ a été enlevé et placé en O″ sur la plaque.

Fig. 1.



Otolithes O et O′.

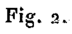
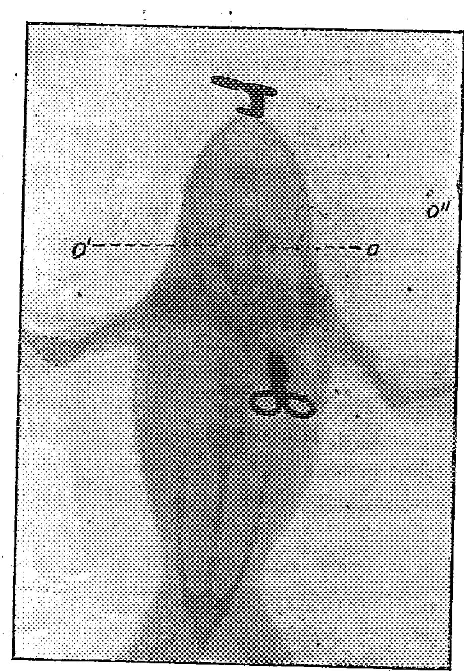


Fig. 2.



L'otolithe O′ a été enlevé et placé en O″.

» *En résumé :* on se trouve en présence d'une dissolution, dans un liquide de nature indéterminée, de bicarbonate de chaux et traces de bicarbonate de magnésie avec cristaux de carbonates en excès; et l'une des

fonctions des otolithes est de maintenir aussi constante que possible la conductibilité acoustique de ce milieu.

» Je compte poursuivre ces recherches chez les mammifères et chez l'homme. »

MÉDECINE. — *Influence de la stérilisation des milieux habités, de l'air respiré et des aliments ingérés, sur l'organisme animal.* Note de MM. CHARRIN et GUILLEMONAT, présentée par M. d'Arsonval.

« On tend à admettre, avec Thirfelder et Nuttal, Schottelius, etc., que, si l'on fait vivre, en dehors de toute intervention bactérienne (milieu et aliments stérilisés), des organismes pris au moment même de la naissance, le développement, assurément difficile, peut cependant se poursuivre au moins durant quelques jours.

» Il est vrai qu'à cette époque de l'existence la délicatesse anatomique ou fonctionnelle des appareils est toute particulière; de plus, les tissus n'ont pas encore pu s'accoutumer au concours des ferments figurés, autrement dit des microbes. Dès lors, il devenait intéressant de rechercher si l'on modifie l'économie arrivée à l'âge adulte, en supprimant ces microbes des éléments solides ou gazeux, qui chaque jour pénètrent par les voies digestive ou respiratoire.

» Pour stériliser les aliments, nous avons eu recours à la chaleur. Toutefois, afin d'éviter des inégalités dans la valeur nutritive résultant de ce chauffage, nous avons porté à la même température les substances identiques au point de vue de la quantité et de la qualité données aux sujets témoins de nos expériences; mais, exposés à l'air libre pendant le refroidissement, au lieu d'être soigneusement protégés, ces produits se souillaient à nouveau avant de servir.

» Pour obtenir des atmosphères dépourvues de germe, nous avons utilisé quatre cages système d'Arsonval (1), accouplées deux à deux, cages A et B, cages C et D.

» L'air pénétrait dans A, passait dans B et s'échappait, aspiré par une trompe qui aspirait aussi le contenu de C et de D; ce courant aérien circulait avec une égale vitesse, mesurée d'ailleurs avec soin, au travers de ces récipients parfaitement sem-

(1) BROWN-SÉQUARD et D'ARSONVAL, *Comptes rendus*.

blables à tous les points de vue, un détail excepté. Une importante différence distinguait, en effet, ces deux appareils; avant de pénétrer dans A, cet air se filtrait sur une couche d'ouate et sortait librement de B, tandis que ce fluide entrait sans obstacle dans C et, en s'échappant de D, franchissait un autre filtre d'ouate confectionné comme le précédent, de manière à égaliser les résistances et partant le débit.

» Grâce à ce dispositif, les cobayes introduits dans ces cages se trouvaient dans des conditions ne différant, d'un côté à l'autre, que par la stérilité de l'air, des aliments, des milieux [1].

» Assurément, sur les revêtements cutanés ou muqueux de ces animaux existent, au début surtout de ces expériences, de nombreuses bactéries. Mais, impuissantes à se rajeunir par des apports venus de l'extérieur, subissant, en outre, en particulier dans les voies digestives, l'influence atténuante des sucs glandulaires gastro-intestinaux, du mucus, de la concurrence vitale, etc., ces bactéries diminuent [Suksdorff [2]] et s'affaiblissent. Ainsi, cette stérilité au moins relative des milieux, des ingesta, des gaz de la respiration, constituait la véritable différence entre l'existence dans A et B et dans C et D.

» Or, depuis 5 mois, nous avons fait vivre, dans ces récipients, plusieurs groupes de cobayes; chaque fois que nous placions 2 ou 4 de ces animaux (1 ou 2 par cage) dans le premier couple, A et B, nous enfermions, au même instant et de la même façon, dans C et D, un nombre égal de ces cobayes choisis à peu près semblables entre eux; nous les observions durant 4, 6 ou 8 jours. La mort survenait assez souvent dans ce laps de temps, en raison de la légère insuffisance de la ration alimentaire (200^{gr} de carottes par kilogramme), du mauvais éclairage, de l'étroitesse de l'espace réservé à ces animaux, etc.; dans le cas de survie, après une semaine environ on cessait l'observation.

» Voici, à plusieurs points de vue, les résultats obtenus en additionnant les chiffres provenant de diverses séries.

» Sur 27 animaux placés dans les cages lavées et flambées, respirant de

---

(1) Chaque fois qu'on introduisait une nouvelle série, on flambait A et B. Du reste, des prises d'air, opérées en faisant barboter le courant dans des ballons contenant du bouillon stérile, montraient la stérilité plus ou moins marquée de ce fluide. Enfin, pour annuler les causes d'erreur tenant à des défectuosités dans la construction de ces cages, on a fait passer l'air filtré tantôt dans A et B, tantôt dans C et D.

(2) *Arch. für Hyg.*, t. IV, 1886.

l'air filtré et nourris avec des aliments stérilisés, 19 ont succombé, tandis que sur 29 cobayes, observés parallèlement et vivant dans des conditions analogues, sauf au point de vue de l'asepsie du milieu et des principes utilisés (principes nullement débarrassés des germes), 10 seulement ont péri.

» La moyenne des amaigrissements quotidiens de ces animaux de la première catégorie (stérilisation) a été de $14^{gr},13$ et de $12^{gr},24$ pour ceux de la seconde. Il est rare, en effet (trois fois sur quatorze), de constater une perte de poids plus considérable pour les sujets placés dans les conditions ordinaires.

» De même le coefficient $\frac{Az.u}{Az.t}$, dans la majorité des cas (un peu plus de la moitié), s'est montré légèrement plus élevé (0,848 au lieu de 0,820) chez les animaux usant d'air ou d'aliments non stérilisés. — Ces différences, comme celles des amaigrissements, sont bien minimes, mais on les a enregistrées un bon nombre de fois.

» Pour apprécier la résistance aux bactéries, nous avons déposé sous la peau de ces cobayes des doses comparables d'un virus pyocyanique relativement atténué. — Sur 9 sujets ainsi inoculés et ne recevant pas de germe, 6 sont morts, alors que, sur 11 introduits dans les cages non aseptiques, 5 (soit un peu moins de la moitié au lieu des deux tiers) ont succombé.

» Ces résultats sont assez nets, bien qu'à certains égards les différences soient moins marquées que celles des expériences de même ordre de Kijanizin (1) : peut-être faut-il invoquer une importante modification de technique, puisque cet auteur purifiait l'air en le faisant passer dans du sable brûlant.

» Quoi qu'il en soit, en présence de ces faits si singuliers au premier abord, il serait aisé de formuler des hypothèses (insuffisance d'activité de la part des ferments figurés intervenant dans les mutations nutritives au sein des voies digestive et respiratoire, ou encore débilité des leucocytes accoutumés à se nourrir avant tout de bactéries, etc.). Contentons-nous des résultats positifs et concluons que, dans les conditions précitées, on fait fléchir la vitalité d'un organisme, sa résistance à la maladie, quand on stérilise les milieux qu'il habite, l'air qu'il respire, les aliments qu'il ingère. »

(1) Van Beneden, *Archives de Biologie*, t. XVI; 1899.

M. PIERRE CARLES adresse une Note ayant pour titre : « La pourriture grise du raisin aurait-elle quelque rapport avec la présence des morilles dans les vignes ? »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 25 MARS 1901.

Nouvelles Leçons sur la Théorie des Fonctions. Leçons sur les Séries divergentes, par ÉMILE BOREL. Paris, Gauthier-Villars, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Picard.)

L'Agriculture de l'avenir, par M. A. RONNA. Paris, typ. Chamerot et Renouard, 1900; 1 fasc. in-4°.

Eine historische Studie über die Entdeckung des Magendie-Bell'schen Lehrsatzes, von Dr Med. ADOLF BICKEL. Bonn, Emil Strauss, 1901; 1 fasc. in-8°.

Compressed air house cleaning. The Dustless method. Saint-Louis (États-Unis); 1 fasc. in-18.

The University of Nebraska. Thirteenth annual report of the U. S. agricultural experiment station of Nebraska. Lincoln, Nebraska; 1 vol. in-8°.

Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjobenhavn for Aaret 1900. Copenhague, 1901; 1 vol. in-8°,

Memoirs of the British Astronomical Association; vol. X, part 1. *Ninth report of the section for the observation of meteors.* Londres, 1901; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; janvier-février 1901. Mulhouse-Paris; 1 fasc. in-8°.

Beiblätter zu den Annalen der Physik, herausgeg. v. WALTER KÖNIG; Bd 25, Hefte 1 u. 2. Leipzig, Ambrosius Barth, 1901; 2 fasc. in-8°.

Φίλολογίκος συλλογος Παρνασσος. Επετηρίς; Ετος Ε. Athènes, 1901; 1 vol. in-8°.

Climat; n° 1, 15 mars 1901. Saint-Pétersbourg; 1 fasc. in-8° oblong.

Annals the astronomical observatory of Harvard College; vol. XXXVII, part I. Cambridge, États-Unis, 1900; 1 fasc. in-4°.

Annals of the New York Academy of Sciences, vol. XIII, part I. Lancaster, Pa.; 1 vol. in-8°.

Boletin del observatorio « Urania »; ano I, 1901, n° 1. Mexico; 1 fasc. in-8°.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina; enero-febrero 1901, entrega I y II, tomo LI. Buenos-Ayres; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er AVRIL 1901.

L'Œuvre scientifique de Charles Hermite, par M. ÉMILE PICARD, Membre de l'Académie des Sciences. (Extr. des *Annales de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. XVIII; janvier 1901.) Paris, impr. Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Cours de la Faculté des Sciences de Paris. Traité d'Analyse, par ÉMILE PICARD, Membre de l'Institut. Tome I. *Intégrales simples et multiples. L'équation de Laplace et ses applications. Développements en séries. Applications géométriques du Calcul infinitésimal.* Paris, Gauthier-Villars, 1901. 1 vol. in-8°.

La Chimie de l'uranium : historique comprenant les recherches principales effectuées sur l'uranium et ses composés de 1872 à 1901, par M. ŒCHSNER DE CONINCK. Montpellier, impr. Gustave Firmin et Montane, 1901; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut; t. XIII, livraison du 15 mars 1901, n° 147. Paris, Paul Dupont, 1901; 1 fasc. in-8°.

Sylloge Fungorum omnium hucusque cognitorum digessit P.-A. SACCARDO, vol. XV. *Synonymia generum, specierum subspecierumque in vol. I-XIV descriptorum*, auctore E. MUSSAT. Paris, Octave Doin, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bornet. Hommage de l'Auteur.)

Sur l'existence, la distribution et le mouvement des principaux centres présumés de l'activité solaire, par A. WOLFER. (Extr. des *Memorie della Societa degli Spettroscopisti Italiani*, vol. XXIX, 1901.) 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Beiträge zur Kenntniss der Getreideroste, II, von H. KLEBAHN. Stuttgart, Eugen Ulmer; 1 fasc. in-8°.

The Nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1904, *for the meridian of the Royal Observatory at Greenwich,* published by order of the Lords commissioners of the Admiralty. Édimbourg, 1901; 1 vol. in-8°.

Annuaire météorologique pour 1898, publié par l'Institut royal météorologique des Pays-Bas, 50e année. Utrecht, J. van Bœkhoven, 1901; 1 vol. in-8° oblong.

Naturæ Novitates, Bibliographie neuer Erscheinungen aller Länder auf dem Gebiete der Naturgeschichte und der exacten Wissenschaften, herausgeg. v. R. Friedländer und Sohn, Januar 1901, Nr. 1-4. Berlin; 4 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 AVRIL 1901.

Traité de Physique biologique, publié sous la direction de MM. D'ARSONVAL, CHAUVEAU, MAREY, Membres de l'Institut, GARIEL, WEISS; t. I, Paris, Masson et Cie, 1901; 1 vol in-8°. (Présenté par M. Chauveau.)

Bulletin de la Société internationale des Électriciens; 2e série, t. I, n° 1, janvier 1901. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. MASCART, année 1901, n° 1, janvier. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. pet. in-4°.

Lectures on appendicitis and notes on other subjects, by ROBERT T. MORRIS; third edition, revised and enlarged. New-York, Londres, E.-P. Putnam fils, 1899; 1 vol. in-8°.

Erste Bestimmung der Rotationszeit des Planeten Eros, von Prof. Dr DEICHMÜLLER. Bonn; 1901; 1 fasc. in-8°.

The growth of magnetism in iron alternating magnetic force, by ERNEST WILSON. S. l. 1901. 5 feuillets, in-8° oblong.

Die Schöpfung oder das Walten der Natur, von CARL-EDUARD NEUZEIT. Leipzig, 1901; 1 vol. in-8°.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië, een en twintigste jaargang 1899. Batavia, 1900; 1 vol. in-8°.

Observations made at the Royal magnetical and meteorological Observatory at Batavia, pub. by Dr S. FIGEE, Director; vol. XXII, 1899, part 1. Batavia, 1900; 1 fasc. in-f°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 AVRIL 1901.

Le vin concentré comparé avec les moûts et les raisins concentrés, par le Dr F. GARRIGOU. Paris, 1901; 1 vol. in-12.

Sérothérapie et Thoracentèse. Traitement de la pleurésie aiguë chez le cheval, par R. Brocheriou. Thouars, 1901; 1 fasc. in-8° (Présenté pour le concours du prix Barbier.)

Langue internationale Esperanto. *Manuel complet avec double dictionnaire,* traduit sur l'Ouvrage russe du Dr Zamenhof, par L. de Beaufront. Paris, librairie Le Soudier; 4e édition in-8°.

Commentaire sur la grammaire de la langue internationale Esperanto, *suivi d'études sur la question même de la langue internationale et la manière dont l'*Esperanto *la résout,* par L. de Beaufront. Épernay, 1900; 1 vol. in-8°.

Universala Vortaro de la lingvo internacia. Dictionnaire universel de la langue internationale, avec traduction en français, anglais, allemand, russe et polonais, par le Dr L. Zamenhof. Varsovie, imp. Keller; 1900. 3e édition, 1 vol. in-8°.

*Société pour la propagation de l'*Esperanto. *Annuaire-Jarlibro,* 1900-1901. Épernay, 1901; 1 vol. in-8°. (*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 22 avril 1901.)

Note de M. *Édouard Mack,* Quelques isothermes de l'éther entre 100° et 206° :

Page 953, ligne 32, *au lieu de* 1^{cq},1115 *lisez* 1^{cc},1115.
Même ligne, *au lieu de* 1^{cq}, *lisez* 1^{cc}.
Page 954, Table I, ligne 2 à droite, *au lieu de* 1,7208, *lisez* 1,7028.
Page 954, Table I, ligne 23 à droite, *au lieu de* 1,3520, *lisez* 1,2520.
Page 954, ligne 2 après la Table, *au lieu de* accordés, *lisez* raccordés.
Page 955, ligne 4, *au lieu de* 13,96, *lisez* 13,76.

N° 17.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 29 avril 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 17.

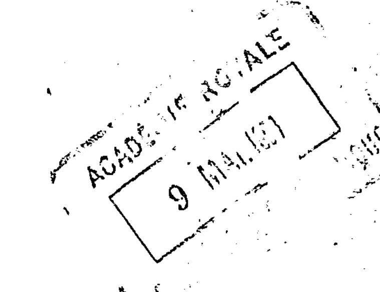
SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1901

PREMIER SEMESTRE



COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 18 (6 Mai 1901).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 MAI 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Zeiller*, pour remplir la place laissée vacante dans la Section de Botanique par le décès de M. *Adolphe Chatin*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Zeiller** prend place parmi ses Confrères.

MÉDECINE. — *De l'influence de l'alimentation, de la température, du travail et des poussières sur l'évolution de la tuberculose.* Note de MM. **Lannelongue**, **Achard** et **Gaillard**.

« Dans des Notes précédentes, nous avons recherché expérimentalement l'influence du climat sur l'évolution de la tuberculose. Poursuivant

l'étude des conditions adjuvantes qui peuvent modifier la marche de cette infection, nous nous proposons aujourd'hui de mettre en relief celles dont le rôle est le mieux établi par la clinique : le travail musculaire, l'alimentation insuffisante, l'inhalation d'un air chargé de poussières.

» Pour procéder à cette nouvelle série d'expériences, nous avons pris cent cobayes mâles et nous les avons tous inoculés dans la plèvre droite, le même jour (19 octobre 1900), avec la même dose d'une dilution de virus tuberculeux provenant d'une culture en bouillon glycériné âgée de deux mois. Puis nous avons partagé ces cobayes en dix lots, de poids sensiblement égal (de $5^{kg},400$ à $5^{kg},600$).

» Comme les résultats à l'égard de la température nous ont amenés à prolonger les expériences et à en faire de nouvelles, nous n'en relaterons les résultats que plus tard, dans une autre Communication.

» L'inhalation des poussières paraît jouer un rôle important dans la genèse et l'évolution de la tuberculose pulmonaire chez l'homme. Dans nos expériences, elle a hâté d'une façon évidente la mort des cobayes. Deux lots de dix cobayes mâles chacun et d'un poids égal à celui de deux autres lots d'un même nombre d'animaux témoins, ont été soumis plusieurs fois par jour à l'inhalation de poussières; dans l'un des deux premiers lots on chargeait artificiellement les poussières de cultures desséchées de colibacille. Commencée le 19 octobre 1900, l'expérience peut être considérée comme terminée aujourd'hui. Il ne reste qu'un cobaye vivant dans chacun des deux lots où l'on a fait inhaler les poussières, ce qui veut dire qu'il en est mort 18, tandis qu'il y a encore 17 vivants sur 20 dans les deux lots témoins. Plusieurs des animaux insufflés ont succombé manifestement à des broncho-pneumonies. Le résultat se montre donc avec une grande netteté.

» L'influence du travail musculaire et de la fatigue sur la marche de la tuberculose apparaît avec plus de netteté encore. Elle a été expérimentée, combinée avec une alimentation normale et plutôt en excès, et avec une alimentation réduite de moitié, très insuffisante par conséquent.

» 1° *Influence de la fatigue seule.* — Un lot témoin de dix cobayes demeure à l'intérieur du laboratoire, dans des compartiments étroits d'une cage où ils ne peuvent pour ainsi dire pas bouger. Les animaux sont soumis à une alimentation normale.

» Un deuxième lot de dix animaux est placé dans des conditions semblables de logement et de nourriture, mais il fut soumis, à partir du 19 octobre, pendant un quart d'heure, quatre fois par jour, à des mouve-

ments de rotation qui obligeaient les animaux à se déplacer et à parcourir un certain espace.

» Un troisième lot de dix cobayes, soumis au même régime alimentaire et confiné dans un espace étroit, exécuta les mêmes mouvements, mais il fut maintenu dans la roue pendant un temps deux fois plus long, c'est-à-dire pendant une demi-heure, quatre fois par jour.

» Pour ces trois lots, l'expérience commença le 19 octobre. Or, le premier lot maintenu à un repos presque absolu ne compte que deux morts, tandis que ceux qui ont été soumis à la rotation n'ont plus aucun survivant. La rotation avait pour effet de faire parcourir aux animaux du deuxième lot 480^{m} par jour et 960^{m} à ceux du troisième lot, soit respectivement 1920 et 3840 fois la longueur de leur corps.

» Il est à remarquer que la disparition du troisième lot, dont le travail musculaire a été double, a eu lieu beaucoup plus vite que celle du deuxième, car le dernier cobaye du troisième lot est mort le 31 janvier, et le dernier cobaye du deuxième lot est mort le 1er mars. La durée de l'expérience du troisième lot a été de cent quatre jours, et celle du deuxième lot de cent trente-trois jours.

» 2° L'action combinée du travail et de l'insuffisance alimentaire est établie par la comparaison des résultats de divers lots. Un lot de dix animaux soumis depuis le 19 octobre à une demi-ration et à des mouvements de rotation pendant un quart d'heure, quatre fois par jour, a été totalement détruit le 6 février. Un deuxième lot exécute les mêmes mouvements, mais il a une ration entière : il ne disparaît complètement que le 1er mars. Enfin dans un dernier lot on ne fait plus exécuter de mouvements, mais l'alimentation ne comprend qu'une demi-ration ; le lot ne s'éteint qu'au 1er avril.

» Le rôle de l'alimentation insuffisante n'est pas moins manifeste. La ration complète se composait, pour dix cobayes, de : pain 100^{gr}, herbes vertes 1^{kgr}, son à discrétion (environ 500^{gr}). Or, tandis qu'un lot de dix cobayes soumis à l'alimentation complète le 19 octobre ne compte que deux morts, un lot semblable soumis à la demi-ration depuis la même date a totalement disparu depuis le 1er avril. Ces résultats sont démonstratifs.

» Il est intéressant de relever la diminution du poids moyen des cobayes au moment de leur mort dans ces différents lots.

» Les animaux soumis à une heure de travail par jour (deuxième lot) avaient perdu $18^{gr},5$ par animal, et ceux qui avaient été soumis à deux heures de travail, 63^{gr}.

» L'alimentation insuffisante, sans travail musculaire, fit perdre aux animaux du quatrième lot $85^{gr},5$.

» Enfin l'alimentation insuffisante combinée à la fatigue musculaire fit subir aux cobayes du cinquième lot la perte la plus considérable : $115^{gr},8$ par animal.

» On voit par ces résultats que la perte de poids éprouvée par les cobayes depuis l'époque de l'inoculation jusqu'à leur mort, était bien moins l'effet de l'infection tuberculeuse que des conditions artificielles introduites dans l'expérience pour accroître les dépenses et amoindrir les recettes de l'organisme infecté.

» Chez l'homme tuberculeux il en est vraisemblablement de même. Bien que, le plus habituellement, les malades succombent dans un état d'émaciation très accentuée, on en voit parfois qui, porteurs de lésions avancées, conservent néanmoins un certain embonpoint, et il y a tout lieu de penser que l'amaigrissement résulte bien plutôt des troubles nutritifs indirectement engendrés par la maladie, notamment des troubles de l'alimentation, que de l'infection elle-même. »

ASTRONOMIE. — *Sur le quatrième Volume des « Annales de l'Observatoire de Toulouse »*. Note de M. Lœwy.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le quatrième Volume des *Annales de l'Observatoire de Toulouse*.

» Après l'installation du nouveau Cercle méridien en 1891, M. Baillaud, Directeur de cet établissement, avait décidé de consacrer cet appareil de haute précision à une étude d'une importante actualité, à savoir : l'observation des étoiles de repère de la zone attribuée à Toulouse dans l'entreprise internationale de la Carte du Ciel.

» L'exécution de cette étude méridienne a été confiée à M. Saint-Blancat. Le Volume qui vient de paraître est donc l'œuvre personnelle de cet astronome.

» Malgré les conditions atmosphériques spéciales du Ciel de Toulouse, qui ne laissent guère plus de 75 soirées complètement claires chaque année, M. Saint-Blancat a pu, en travaillant avec un grand dévouement pendant toute la durée des nuits favorables et en observant jusqu'à 150 étoiles dans une même séance, terminer en juillet 1898, après sept années de labeur, la première partie de la tâche qui lui était confiée. Il a ainsi constitué

un Catalogue de repères renfermant les positions exactes de 3719 étoiles basées sur 21 000 observations méridiennes.

» L'utilité des études faites dans cet ordre d'idées grandit de jour en jour. En effet, comme l'Académie le sait déjà, l'exploration photographique du Ciel n'a pas seulement pour objet la formation d'un grand Catalogue qui renfermera les positions exactes de 2 à 3 millions d'étoiles, mais aussi la construction, à l'aide de clichés à longue pose, d'une Carte générale du Ciel, contenant les étoiles jusqu'à la quatorzième grandeur, c'est-à-dire des images d'astres dont l'éclat est encore mille fois plus faible que celui de la plus petite étoile visible à l'œil nu.

» Or, cet Atlas général de l'Univers sidéral, qui contiendra peut-être les images de trente millions d'objets célestes, a déjà conduit à des applications imprévues. Les études effectuées récemment en Angleterre et en France ont, en effet, démontré que, grâce à l'intervention d'un réseau quadrillé transporté photographiquement sur chaque cliché, on pourra relever sur les Cartes mêmes, malgré toutes les déformations du papier des feuilles, la position de chaque astre avec une exactitude au moins égale à celle d'une observation méridienne.

» Le Catalogue de repères célestes dû à l'activité persévérante de M. Saint-Blancat pourra donc servir, non seulement à la réduction des clichés à courte pose, mais aussi à la détermination des coordonnées équatoriales de toute cette multitude d'astres qui, jusqu'à la quatorzième grandeur, fournissent l'image fidèle de l'Univers sidéral à notre époque.

» Toutes les étoiles communes au Catalogue de M. Saint-Blancat et au Catalogue de Leipzig, c'est-à-dire les $\frac{4}{5}$ des étoiles observées à Toulouse, ont été l'objet d'une comparaison effectuée par M. Baillaud. Cette comparaison a montré un accord remarquable entre les deux catégories de résultats.

« Le Volume dont je fais hommage à l'Académie, au nom de M. Baillaud, fera certainement le plus grand honneur à l'Observatoire de Toulouse et à l'astronome qui a accompli, avec tant d'abnégation, cet important travail. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Mécanique, à une place vacante en vertu du Décret du 24 juin 1899.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. Gustave Zeuner obtient. . . . . . . 48 suffrages

Il y a 3 bulletins blancs.

M. **Zeuner**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section de Géographie et Navigation, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *de Serpa Pinto*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Oudemans obtient. . . . . 45 suffrages

Il y a un bulletin blanc.

M. **Oudemans**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1901.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Philipeaux. — MM. d'Arsonval, Marey, Chauveau, Van Tieghem, Bouchard.

Prix Lacaze (Physiologie). — MM. Marey, Bouchard, Guyon, Potain, d'Arsonval, Lannelongue, Chauveau, Van Tieghem, Giard.

Prix Montyon (Arts insalubres). — MM. Troost, Gautier, Moissan, Haller, Schlœsing.

Prix Wilde. — MM. Cornu, Lœwy, Fouqué, Maurice Lévy, Berthelot.

Prix Cahours. — MM. Troost, Gautier, Moissan, Haller, Ditte.

Prix Tchihatchef. — MM. Grandidier, Perrier, Gaudry, Bouquet de la Grye, Filhol.

Prix Jean Reynaud. — MM. Bouquet de la Grye, Gaudry, Lannelongue, Cornu, Sarrau.

MÉMOIRES LUS

PHYSIOLOGIE. — *Le dernier signe de vie; son application à l'homme*. Note de M. **A.-D. Waller.**

« Aux séances du 3 septembre et du 24 décembre, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats principaux d'une série d'expériences démontrant, selon moi, un signe distinctif qui permet de reconnaître en quelques instants si une substance donnée est vivante ou morte.

» Je me suis naturellement demandé si ce signe distinctif pouvait être obtenu sur le corps humain avec la peau intacte. Je crois avoir résolu cette question dans le sens affirmatif.

» La réaction est localisée (¹) aux régions polaires du courant excitateur.

» Après plusieurs essais préliminaires, je me suis arrêté à employer trois électrodes : A et B servant au passage du courant excitateur, C servant à relier au galvanomètre l'un ou l'autre des deux points excités A et B.

» Voici la marche d'une expérience :

» L'excitation se fait par les électrodes A et B, et l'on doit constater l'effet de cette excitation sur le point A. Ce point A et un troisième point C sont reliés au galvanomètre et exactement équipotentiés. Le galvanomètre est alors court-circuité. Une excitation (soit décharge de condensateur, soit courant induit de rupture) de la peau est provoquée aux points A et B. Aussitôt après, les points A et C sont reliés au galvanomètre et le circuit de celui-ci est ouvert. Toute altération qui aura eu lieu au point A sera accusée par une déviation galvanométrique. On répète l'essai avec exci-

---

(¹) L'expérience suivante faite sur un lambeau de peau de grenouille démontre nettement l'exactitude de cette localisation, et en même tomps elle prouve que la localisation a son siège dans les couches externes de la peau. Excitation provoquée par deux électrodes A et B appliquées à ses surfaces externe (A) et interne (B). Dérivation au galvanomètre par A et un troisième point C qui n'a pas été excité; réaction grande. Dérivation par B et un troisième point C; réaction nulle. Donc l'excitation transversale de l'épaisseur AB a modifié A et n'a pas sensiblement modifié B.

tation en direction renversée. On répète la paire d'essais après compensation préalable des points B, C. Les résultats de ces quatre essais sont les suivants :

	B. C. A.	
	−	
1. Excitation de B à A	⟶	
	⟵	Réaction de A à C.
	+	
2. Excitation de A à B	⟵	
	⟵	Réaction de A à C.
	−	
3. Excitation de B à A	⟶	
	⟶	Réaction de B à C.
	+	
4. Excitation de A à B	⟵	
	⟶	Réaction de B à C.

» Ces réactions sont caractéristiques de la peau vivante, non seulement celles qui, étant de même direction que celle du courant excitateur, sont des réactions physiologiques *indiscutables* (n°s 2 et 3) prenant leur source à l'anode du courant excitateur qui vient de passer, mais aussi celles qui, étant de direction opposée (celle de la polarisation) sont *discutables* (n°s 1 et 4) prenant source à la cathode du courant excitateur. Ces réactions, dans les quatre cas, sont dirigées de la surface externe de la peau à la région interrogée, qu'elles aient été provoquées par un état antérieur anodique ou cathodique. Leur valeur ordinaire, selon mes observations, a été de $0^{volt},003$ à $0^{volt},005$.

» Cette propriété physiologique de la peau, de réagir par un courant de même sens à la suite d'excitations des deux directions, qui nous empêche de l'interroger au moyen de deux électrodes reliées soit à l'excitateur, soit au galvanomètre, simplifie beaucoup la mise en pratique de l'essai par le moyen des trois électrodes A, B et C, en nous permettant de l'appliquer à l'aide de courants alternatifs qui nous mettent à l'abri des effets de la polarisation ordinaire. Cette polarisation, en effet, reconnaissable avec le simple courant de rupture sur la peau morte, et même sur la peau vivante, quoique à un moindre degré, puisqu'elle est masquée par la réaction physiologique, ne se manifeste pas sensiblement à la suite d'une série de courants alternatifs.

» J'emploie donc ces courants et un commutateur qui permet de faire communiquer deux de trois régions distinctes de la peau avec le clavier à quatre fiches décrit dans mon premier Mémoire [1].

---

[1] Ce clavier se trouve figuré, ainsi que le circuit qui s'y rattache, dans un Mé-

» Si, après une courte tétanisation de la peau dans les deux directions BA et AB, les réactions sont nettement dans les directions AC et BC, la peau est vivante. Sinon la peau est morte.

» Jusqu'ici je n'ai déterminé que les deux cas extrêmes : 1° celui de la peau vivante avec les réactions AC et BC, et 2° celui de la peau tuée dépourvue de ces réactions. Je n'ai pas encore trouvé moyen de suivre pas à pas la mort de la peau consécutive à la mort somatique.

» J'espère sous peu combler cette lacune; je crois pourtant pouvoir avancer dès à présent que la peau est douée d'une survie exceptionnellement prolongée, et qu'elle indique par le fait de sa mort que la mort définitive a eu lieu.

» Toutes les expériences précédentes se rapportent à la peau intacte. Pour la peau excisée, les résultats se compliquent en raison de la lésion et d'autres circonstances que je me réserve de discuter. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La variation thermique des eaux.* Note de M. **F.-A. Forel.**

« En complément des études océanographiques organisées par la Conférence des États riverains de la mer du Nord et de la Baltique, M. le Prof. Dr O. Petterssen, de Stockholm, a demandé des recherches thermométriques simultanées dans l'eau des lacs du nord-est de l'Europe, et il m'a prié de me charger des mesures dans le Léman. Les résultats de ces sondages thermométriques viennent de nous être soumis, et nous en tirons quelques conclusions intéressantes.

» Si par un calcul convenable je cherche quelle est la quantité de chaleur emmagasinée dans les eaux aux différentes saisons [*Calcul du bilan thermique* (M. F.-A. Forel, *Le Léman*, t. II, p. 400; Lausanne, 1895)], je trouve, par des différences, la quantité de chaleur reçue ou perdue par l'unité de surface entre les deux époques de sondages thermométriques consécutifs. Je traduis ces chiffres en calories par décimètre carré de la surface et par jour, et j'arrive aux valeurs suivantes pour le gain de chaleur, de l'hiver à l'été de l'année 1900, pour quelques lacs européens,

---

moire relatif à la vitalité des graines, et par des observations parallèles sur leur germination (*Proceedings of the Royal Society*, febr. 24; 1901).

du Léman en France et Suisse, à l'Enare, au nord de la Laponie finlandaise :

Lacs.	Latitude.	Dates extrêmes.	Gain thermique.
Léman...........	46°.21' lat. N.	12 mars-16 août	19 calories-dm²-jour
Loch Katrine.....	56.15 »	10 mars-29 juillet	29 »
Mjösen..........	60.22 »	18 avril-10 septembre	34 »
Ladoga 7........	61.22 »	25 avril-29 juillet	55 »
Ladoga 8........	61.24 »	24 avril-29 juillet	62 »
Enare...........	69. 3 lat. N.	10 mars- 6 août	68 calories-dm²-jour

» On voit apparaître dans ces chiffres une loi que je formule en ces termes : « L'amplitude de la variation thermique annuelle est fonction » directe de la latitude ». Cette loi, qui pourrait se traduire encore ainsi : « La variation thermique annuelle est nulle à l'équateur et maximale au » pôle », s'appliquerait aussi bien à la température du sol et à celle de l'air qu'à celle des eaux.

» Je constate encore un fait important et nouveau dans les résultats de nos sondages thermométriques. Tandis que dans le Léman la variation thermique annuelle n'intéresse la couche supérieure des eaux que jusqu'à la profondeur de 100 à 120^{m}, elle descend plus bas dans les lacs plus septentrionaux : jusqu'à plus de 150^{m} dans le Loch Katrine de l'Écosse, jusqu'à plus de 200^{m} dans le Mjösen de Norwège et le Ladoga de Finlande et de Russie. Il semble donc que la profondeur de pénétration de la chaleur croît, elle aussi, en fonction directe de la latitude; mais cette loi, qui n'est pas d'évidence, et qui serait de portée considérable, demande à être vérifiée par de nouvelles observations.

» Or ces lois, qui sont devenues facilement manifestes par l'étude de la température des lacs d'eau douce, n'apparaissent pas dans les séries de mesures thermométriques faites simultanément dans la mer Baltique ou dans la mer Noire. Il y a en effet pour de telles études un avantage évident à les faire dans des bassins d'eau douce plutôt que dans la mer. Les lacs sont des bassins fermés et isolés, tandis que la mer étant en communication directe d'une région à l'autre, les courants superficiels et profonds y déterminent des échanges et des mélanges thermiques qui troublent la simplicité et la régularité des faits. Puis les lacs d'eau douce ont une composition chimique uniforme et, par suite, une densité également uniforme; la stratification y est régulière aux divers points de vue de la salinité, de la densité,

de la température. Il n'y a pas, dans les lacs d'eau douce, ces anomalies de stratification thermique qui diversifient les sondages thermométriques de la Baltique et de la mer Noire.

» Donc, pour l'étude générale des conditions thermiques des eaux, il y a avantage à s'adresser aux lacs d'eau douce, quitte à étendre plus tard les conclusions ainsi obtenues et à les adapter aux masses d'eau salée de l'Océan. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Trois Volumes publiés par l'Université d'Aberdeen ayant pour titres : 1° Roll of alumni in Arts of the University and King's College in Aberdeen, par *Peter John Anderson;* 2° Records of Old Aberdeen (1157-1891), par *Alexander Macdonald Munro;* 3° Place Names of West Aberdeenshire, par *James Macdonald;*

2° Un levé à grande échelle du cours du Congo et de l'Oubanghi, par M. *Chastrey*. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

ASTRONOMIE. — *Application du photomètre à coin à la mesure des grandeurs photographiques des étoiles.* Note de M. **B. Baillaud**, présentée par M. Lœwy.

« Si, par un dispositif convenable, on éclaire un cliché photographique stellaire où les images apparaissent noires sur un fond lumineux, et que l'on regarde les images au moyen d'une lunette dans le plan focal de laquelle est installée la lame neutre d'un photomètre à coin, on peut faire disparaître les images de la même manière que, au moyen de ce photomètre, on éteint les images lumineuses des étoiles dans le plan focal d'un télescope ordinaire.

» J'ai installé à l'observatoire de Toulouse, dans une chambre obscure, avec le concours de l'habile mécanicien de l'observatoire, M. Carrère, un tel instrument. La description en sera donnée ailleurs. Il suffira, ici, de dire que les lectures sont enregistrées mécaniquement, que l'observateur les ignore pendant l'observation elle-même, qu'il reste dans l'obscurité et qu'aucun assistant n'intervient dans la mesure.

» Une théorie de l'extinction, par le coin, de l'image constante d'un point sur un fond variable montre que les lectures ne doivent pas varier comme le logarithme de l'éclat de l'étoile, comme cela a lieu pour l'extinction de l'image d'une étoile sur un fond obscur. En outre, la question se complique, pour les clichés stellaires ordinaires, de ce fait que les images des belles étoiles ont de grands diamètres et sont plutôt des plages que des points. Je me suis proposé, d'une part, de construire une échelle de grandeur, d'autre part, de la comparer aux grandeurs visuelles ordinaires. Les clichés que j'ai employés ont été obtenus par M. Montangerand, astronome adjoint à l'observatoire, dont l'habileté est bien connue; ils ne laissent rien à désirer.

» L'échelle de grandeur a été obtenue de la manière suivante : On a fait un cliché par poses successives sur une étoile E d'une zone de Potsdam, notée comme étant de grandeur 6,0. La première pose dura cinq minutes; 20 autres furent obtenues en réduisant ce temps de pose successivement dans le rapport de 1 à $\sqrt[4]{a}$, où $a = 2,5$. On a fait, dans les mêmes conditions, un second cliché qui contenait vers son milieu trois étoiles de grandeurs 7,7 et 8. On a éteint dans l'appareil ces 84 images. Chaque extinction a été faite quatre fois seulement et l'on a pris la moyenne des lectures.

» Soient, pour une des images de la première étoile $\frac{5}{\sqrt[4]{a^i}}$, en minutes, le temps de pose, l_i la lecture, l_m une lecture moyenne parmi toutes celles obtenues. On a cherché si l'on peut établir une relation de la forme

$$(1) \qquad i = \alpha l_i + \beta + \gamma (l_i - l_m)^2.$$

» Soit a^j le rapport des temps de pose qui permet de passer, sur un cliché photographique d'une grandeur visuelle à la suivante; soit aussi M_i la grandeur visuelle qui, pour une pose de cinq minutes, correspond à l'image de lecture l_i. La forme

$$a^i = (a^j)^{\frac{i}{j}}$$

donne

$$M_i = M + \frac{i}{j},$$

et la relation (1) devient

$$(2) \qquad j(M_i - M) = \alpha l_i + \beta + \gamma (l_i - l_m)^2.$$

» La constante inconnue j sera déterminée de manière à faire cadrer l'échelle de grandeur avec les grandeurs visuelles des Pléiades.

» Soit l'_0 la lecture que donne au photomètre l'image obtenue en cinq minutes sur l'étoile E'. Cette lecture, dans les images de l'étoile E, correspond à une valeur i'_0 de i, et l'on a

$$(3)\qquad i'_0 = \alpha l'_0 + \beta + \gamma(l'_0 - l_m)^2,$$
$$(4)\qquad i'_0 + i = \alpha l'_i + \beta + \gamma(l'_i - l_m)^2.$$

» Les étoiles E'', E''' donnent des équations analogues.

» Les relations (1), (3), (4) déterminent α, β, γ, i'_0, i''_0, i'''_0, l'_0, l''_0, l'''_0; l'équation (2) appliquée à un cliché des Pléiades à pose de cinq minutes déterminera j.

» La résolution des équations par la méthode de Cauchy m'a donné les résultats suivants. J'ai fait $l_m = 8,25$, l'unité pour l_i étant le centimètre; j'ai trouvé :

$$\alpha = 3,931,\qquad \beta = -20,219,\qquad \gamma = 0,281,$$
$$i'_0 = 7,686,\qquad i''_0 = 12,096,\qquad i'''_0 = 16,434.$$

» Les moyennes des valeurs absolues des résidus ont été pour les quatre étoiles :

E.	E'.	E''.	E'''.
0,79	0,60	0,57	0,42

et la moyenne générale : 0,59.

» Pour déterminer j, j'ai comparé les lectures de 53 étoiles des Pléiades aux grandeurs déterminées par Lindemann; pour six des plus faibles, j'ai adopté les grandeurs de Pickering augmentées de $0^{gr},3$. J'ai trouvé :

$$j = 4,87,$$

et la moyenne des valeurs absolues des résidus est $0^{gr},4$. Ces résidus n'offrent aucune variation systématique. Il n'en est pas de même pour les quatre séries de résidus de l'échelle. Pour la belle étoile E qui donne M = 4,4, ils sont négatifs aux deux extrémités et positifs au milieu ; le contraire se produit pour E' et E'', qui appartiennent à un autre cliché; rien de systématique n'apparaît pour E'''. Les grandeurs photographiques M', M'', M''' de ces étoiles sont respectivement 6,0, 6,9, 7,8. Il est certain que l'emploi du photomètre à coin pour les très belles étoiles offre moins de précision que pour les étoiles faibles. L'inconvénient disparaîtrait, au moins en partie, si, ayant des clichés obtenus en dehors du foyer du télescope, suivant l'indication de M. Janssen, on les regardait avec un dispositif

tel que les images soient suffisamment réduites. Nous étudierons la question à ce point de vue. Notre objet était d'abord la mesure des grandeurs des étoiles sur les clichés du Catalogue astrophotographique international.

» Pour apprécier les résidus de l'échelle, il convient de les exprimer en grandeur en les divisant par la valeur de j, 4,87 : on voit que leur moyenne ne dépasse guère $0^{gr},1$.

» La valeur de j fait connaître le rapport des temps de pose qui, pour une même étoile, correspond au passage d'une grandeur à une autre; ce rapport est

$$\sqrt[2]{a^j}$$

ou sensiblement 3,1.

» La faiblesse des résidus de l'échelle obtenue par la combinaison de 84 poses sur quatre étoiles différentes et l'absence de marche systématique des résidus du cliché des Pléiades montrent que, comme l'avaient trouvé MM. Henry, ce rapport est indépendant des étoiles choisies.

» Les résultats donnés ci-dessus sont les premiers que j'aie obtenus avec l'installation définitive. Il y a lieu de les vérifier en multipliant et variant les conditions des mesures. Tels qu'ils sont, ils m'ont paru assez concordants pour être publiés. »

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses nouvelles, découvertes à l'Observatoire de Paris,* (équatorial de la tour de l'Ouest). Note de M. G. **Bigourdan**, communiquée par M. Lœwy.

« Cette liste fait suite à celles qui ont été publiées dans les *Comptes rendus*, t. CV (1887, p. 926 et 1116), t. CXII (1891, p. 647, 703 et 848), t. CXXIII (1896, p. 1243) et t. CXXIV (1897, p. 65 et 133).

» Les nébuleuses qu'elle renferme ont été découvertes principalement dans les années 1897-1900, au moyen de l'équatorial de la tour de l'Ouest, dont l'objectif a $0^m,31$ d'ouverture utile.

» Dans la notation des grandeurs, nous désignons par 13,5 l'éclat des objets qui sont à l'extrême limite de visibilité dans cet instrument; par suite, il peut y avoir doute, sinon sur l'existence, du moins sur le caractère nébuleux des objets indiqués comme étant de grandeur 13,5 ou 13,4-13,5; il en est de même pour les amas très faibles et pour les nébulosités qui accompagnent certaines étoiles.

» Un assez grand nombre de nébuleuses, déjà signalées par d'autres

observateurs, sont plus ou moins éloignées des positions des Catalogues : pour celles que nous avons observées et dont les écarts atteignent 2′ ou 3′ d'arc, nous donnons, sous le titre de *Rectifications et remarques*, les coordonnées des points où nous les avons trouvées : toutes ces nébuleuses ont été rapportées micrométriquement à des étoiles voisines, mais qui elles-mêmes ne sont pas toujours connues avec beaucoup de précision ([1]).

» Voici la signification des principales abréviations employées :

N. G. C. = *New general Cat. of nebulæ...*, par M. J.-L.-E. Dreyer;
Index Cat. = *Supplément* de N. G. C. (*Mem. of the R. A. S.*, vol. LI);
p = *angle de position*, compté suivant les conventions universellement adoptées;
d = *distance;*
gr = *grandeur*.

Numéros.	Ascension droite. (1900,0)	Déclinaison. (1900,0)	Date de la découverte, descriptions, remarques.
	h m s	° ′	
357.	0. 2. 9	+32. 3	1888, sept. 7. — Gr. 13,4. Diffuse, irrégulière et d'environ 20″ d'étendue; condensation à peu près centrale et un peu granuleuse.
358.	0.12.50	+29.30	1899, nov. 3. — Gr. 13,4-13,5; entrevue seulement.
359.	0.13.12	+29.32	1897, déc. 19. — Gr. 13. Elle est située entre deux étoiles de gr. 13,2 et 13,3 qui gênent pour l'apercevoir.
360.	0.16.25	+22.57	1897, nov. 22. — Gr. 13,4-13,5. Nettement nébuleuse et d'environ 30″ d'étendue.
361.	0.32.31	+ 2. 7	1896, nov. 28. — Gr. 13,5. Pourrait être la nébuleuse 164 N.G.C. dont l'ascension droite serait trop faible de 1m.
362.	0.33.57	− 9.33	1897, déc. 16. — Gr. 13,2. Assez stellaire, un peu nébuleuse; voisine de 191 N.G.C. par rapport à laquelle elle est à $p = 160°$, $d = 0′,6$.

([1]) Pour les nébuleuses des heures V et XV-XXIV, on trouvera plus de détails dans les *Annales de l'Observatoire de Paris* (*Observations*). Voici, pour chacune de ces heures, le Volume qui la renferme :

Heures V	*Obs.* de	1898	Heures XVIII et XIX	*Obs.* de	1891
» XV	»	1884	» XX et XXI	»	1897
» XVI et XVII	»	1890	» XXII	»	1898
			» XXIII	»	1888

Voir aussi : G. Bigourdan, *Observations de nébuleuses et d'amas stellaires*, t. V; *Observations différentielles* : XVIIIh0m-XXIVh0m. Ce Volume, paru en 1899, renferme toutes mes mesures des nébuleuses, nos 6544-7824 du *New general Catalogue*.

Numéros.	Ascension droite. (1900,0)	Déclinaison. (1900,0)	Date de la découverte, descriptions, remarques.
	h m s	° ′	
363.	0.36.00	+15.43	1858, déc. 3 et 1897 déc. 22. — Gr. 13,5. Stellaire; se trouve un peu en avant de 213 N.G.C.
364.	0.40.57	+29.22	1897, déc. 21. — Gr. 13,3-13,4. Fortement stellaire.
365.	0.41.56	+27.16	1899, nov. 8. — Gr. 13,4-13,5. Diffuse, large, 2′ de diamètre avec condensation granuleuse qui ressort à peine.
366.	0.47.15	+56. 3	1899, oct. 31. — Amas très large, sans condensation. Région de 281 N.G.C. qui a été aperçue.
367.	0.49.14	+31.57	1898, déc. 7. — Gr. 13,4-13,5. Objet demi-stellaire.
368.	1. 8.20	+ 1.34	1897, nov. 25. — Étoile de gr. 13,1; elle paraît entourée de nébulosité excessivement faible, dont la partie la plus brillante est, par rapport à l'étoile, à $p=15°$, $d=0',2$.
369.	1.21.20	— 2.10	1897, oct. 27. — Gr. 13,4-13,5. Nébulosité diffuse, de 30″ environ de diamètre et à peine plus brillante vers le centre.
370.	1.23.11	+33. 5	1899, janv. 8. — Nébulosité diffuse, que l'on ne peut bien apercevoir à cause du voisinage d'une étoile 13,2-13,3.
371.	1.28.31	—12.50	1897, oct. 29. — Gr. 13,4-13,5. Objet granuleux qui, par instants, a paru un peu nébuleux.

Rectifications et remarques.

Numéros.		
83	Big. = 6602 N.G.C.	L'ascension droite exacte est $18^h 10^m 48^s$ (1860,0).
88	Big. = 6975 »	Identique à 6976 N.G.C.
90	Big. = 7100 »	Les coordonnées exactes sont $21^h 32^m 13^s$ et 81°40′ (1860,0).
207	Big. = 1204 Index Cat.	Distance polaire exacte : 19°42′ (1860,0).
230	Big. = 1416 »	Ascension droite exacte : $21^h 51^m 42^s$ (1860,0).
274	»	Identique à 2783 N.G.C.
322	»	Identique à 5730 N.G.C.

N.G.C.	Corrections de N.G.C. Æ.	Décl.	Coordonnées pour 1900,0 Æ.	Décl.	Dates des observations; remarques.
	m s	′	h m s	° ′	
7830...	—0.13	»	0. 0.52	+ 7.49	1885, déc. 1.
7836...	+1.12	+8	0. 2.50	+32.31	1888, sept. 7.
48...	—0.45	»	0. 8.47	+47.41	1890, oct. 13.
49...	—0.35	»	0. 9. 7	+47.41	1890, oct. 13.
51...	—0.32	»	0. 9.20	+47.42	1890, oct. 13.
52...	—0.20	»	0. 9.32	+18.1	1889, nov. 13.
74...	—0.10	»	0.13.37	+29.30	1886, sept. 29.
120	»	—5	0.22.23	— 2. 4	1890, nov. 16.

N.G.C.	Corrections de N.G.C. Æ.	Décl.	Coordonnées pour 1900,0 Æ.	Décl.	Dates des observations; remarques.
	m s	′	h m s	° ′	
155...	+0.11	»	0.29.36	−11.19	1890, oct. 21.
161...	+0.18	»	0.30.28	− 3.24	1890, oct. 9.
164...					Non trouvée; pourrait être identique à 361 Big. dont l'Æ est plus grande d'environ 1m.
195...	+0.25	−5	0.34.34	− 9.45	1897, déc. 16.
262...	−0.14	»	0.43.24	+31.24	1890, oct. 13.
281...	−0.11	»	0.47.16	+56. 3	1891, nov. 5.
309...	+0.10	»	0.51.41	−10.28	1897, oct. 26.
351...	−0.12	»	0.56.53	− 2.29	1897, oct. 25.
1819...	+0.11	»	5. 6.28	+ 5. 5	1888, déc. 6.
1906...	−0.15	»	5.20.17	−16. 2	1889, févr. 21.
1979...	−0.23	»	5.29.50	−23.23	1898, févr. 11.
2054...	+0.25	»	5.40.30	−10. 7	1891, déc. 26.
2175...	+0.13	»	6. 3.55	+20.31	1898, février 11.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une classe particulière de surfaces réglées.* Note de M. A. DEMOULIN.

« Je me propose de faire connaître une solution de la question suivante posée par M. Bricard dans le dernier fascicule du *Bulletin de la Société mathématique de France* (t. XXIX, p. 18) :

» *Déterminer la surface réglée la plus générale telle que le lieu des projections d'un point quelconque de l'espace sur ses génératrices soit une courbe sphérique.*

» Il est clair que le cône le plus général satisfait à la question.

» Une autre solution est fournie par un conoïde droit (1) admettant comme directrice curviligne l'intersection d'un cylindre de révolution renfermant l'axe du conoïde et d'une sphère quelconque. Relativement à des axes convenablement choisis, ce conoïde a pour équation

$$z^2 = \frac{ax^2 + by^2}{x^2 + y^2}.$$

» *Ces deux surfaces constituent la solution la plus générale du problème.*

(1) Le conoïde signalé par M. Bricard (*loc. cit.*) comme répondant à la question ne jouit pas de la propriété indiquée.

Pour le démontrer, nous considérons la surface cherchée comme engendrée par l'axe Oz d'un trièdre trirectangle $Oxyz$. L'origine O étant placée au point central de la génératrice, prenons pour plan des xz le plan tangent en O à la surface. Ce choix du trièdre est toujours permis, sauf dans le cas où la surface admettrait un plan directeur isotrope, hypothèse que nous écartons. Soient $\xi, \eta, \zeta, p, q, r$ les translations et les rotations du trièdre : ce sont des fonctions d'une variable t et deux d'entre elles sont nulles, savoir η et q. Dans le cas des surfaces développables, on a, en outre, $\xi = 0$ et le plan tangent à la surface le long de Oz coïncide avec le plan zOy.

» Soient x, y, z les coordonnées relatives d'un point fixe P pris arbitrairement dans l'espace; sa projection $H(0, 0, z)$ sur la génératrice Oz décrit par hypothèse une courbe tracée sur une sphère de centre $C(X, Y, Z)$.

» Les points P et C étant fixes, on a

$$(1) \quad \begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = -\xi + ry, & \dfrac{dX}{dt} = -\xi + rY, \\ \dfrac{dy}{dt} = pz - rx, & \dfrac{dY}{dt} = pz - rX, \\ \dfrac{dz}{dt} = -\zeta - py; & \dfrac{dZ}{dt} = -\zeta - pY. \end{cases}$$

» Nous exprimerons que le point H se meut en restant à une distance constante du point C en écrivant que la vitesse de ce point est perpendiculaire au segment CH; d'où l'équation

$$(2) \quad X\xi - Ypz - Zpy + pyz = 0.$$

» Si l'on dérive cette équation trois fois de suite et qu'on remplace les dérivées des variables x, y, z, X, Y, Z par leurs valeurs (1), on obtiendra trois nouvelles relations linéaires en X, Y, Z. L'élimination de X, Y, Z entre ces équations et l'équation (2), donne, sous forme d'un déterminant Δ égalé à zéro, une relation qui doit avoir lieu quels que soient x, y, z, t.

» Traitons d'abord le cas des surfaces développables. Si l'on introduit, dans l'équation $\Delta = 0$, l'hypothèse $\xi = 0$, et qu'on fasse en outre $x = y = 0$, il viendra

$$z^2(\zeta^3 + \text{des termes renfermant } z) = 0.$$

Le polynome entre parenthèses doit être identiquement nul; il faut donc que l'on ait $\zeta = 0$. Par suite, le point O est fixe et la surface est un cône.

» Occupons-nous maintenant des surfaces gauches et, à cet effet, faisons dans l'équation $\Delta = 0$, $y = z = 0$, nous obtiendrons l'équation

$$\xi(r^4 x^4 + \text{des termes de degré inférieur}) = 0.$$

ξ n'étant pas nulle, le second facteur l'est identiquement et l'évanouissement du coefficient de x^4 donne $r = 0$. Cette condition, jointe à la condition $q = 0$, indiquée plus haut, nous permet de conclure que la surface cherchée admet un plan directeur.

» Rapportons la surface à un système de trois axes rectangulaires, le plan des xy étant pris parallèle au plan directeur, et soient

$$(g) \qquad z = \alpha, \qquad y = mx + \beta$$

les équations d'une génératrice variable de la surface. Tous les points situés sur une même parallèle à l'axe des z ayant même projection sur cette génératrice, il suffira de s'occuper des points du plan des xy.

» Pour déterminer la forme nécessaire des expressions de α et de β en fonction de m, écrivons que les projections des points $P_1(x_1, y_1, 0)$, $P_2(x_2, y_2, 0)$ sur la génératrice g appartiennent respectivement aux sphères

$$(S_1) \qquad x^2 + y^2 + z^2 + 2ax + 2by + 2cz + d = 0,$$
$$(S_2) \qquad x^2 + y^2 + z^2 + 2a'x + 2b'y + 2c'z + d' = 0;$$

il viendra, P, Q, R, P', Q', R' étant des constantes,

$$\alpha^2(1 + m^2) + \beta^2 m^2 + 2\alpha c(1 + m^2) + 2\beta(am^2 + b) = Pm^2 + 2Qm + R,$$
$$\alpha^2(1 + m^2) + \beta^2 m^2 + 2\alpha c'(1 + m^2) + 2\beta(a'm^2 + b') = P'm^2 + 2Q'm + R'$$

et ces équations donneront les valeurs des inconnues α et β.

» Exprimons maintenant que la projection du point $(x_3, y_3, 0)$, *pris arbitrairement dans le plan*, appartient à la sphère

$$x^2 + y^2 + z^2 + 2a''x + 2b''y + 2c''z + d'' = 0.$$

Il en résulte la condition

$$\alpha^2(1 + m^2) + \beta m^2 + 2\alpha c''(1 + m^2) + 2\beta(a''m^2 + b'') = P''m^2 + 2Q''m + R''.$$

» Si l'on porte, dans cette égalité, les valeurs trouvées pour α et β, on obtiendra une relation qui devra avoir lieu pour toutes les valeurs de m; on tirera de là un certain nombre de relations entre x_3, y_3, a'', b'', c'', d'' et les quantités analogues relatives aux couples (P_1, S_1), (P_2, S_2). Éliminons

entre ces relations les paramètres a'', b'', c'', d''; les relations restantes devront avoir lieu quels que soient x_3, y_3, et en égalant à zéro les coefficients des différents termes où figurent ces arbitraires, on obtiendra les relations nécessaires et suffisantes qui doivent exister entre les constantes qui définissent la surface. Pour simplifier les calculs, nous avons choisi les sphères S_1 et S_2 de manière que leurs centres soient situés sur une parallèle à l'axe des x. Ce choix ne serait inadmissible que dans le cas où le lieu des centres des sphères serait une droite non parallèle au plan des xy; or ce lieu est nécessairement une surface. En suivant la marche indiquée, on trouve que β doit satisfaire à une équation de la forme

$$y_0 = m x_0 + \beta,$$

d'où il résulte que la génératrice rencontre constamment à angle droit la parallèle à l'axe des z issue du point $(x_0, y_0, 0)$. La surface cherchée est donc un conoïde. Le conoïde indiqué plus haut étant le seul qui réponde à la question, on conclut de là le théorème énoncé. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation continue des surfaces.* Note de M. G. TZITZEICA.

« Dans une Communication faite dernièrement, M. Egorov s'occupe de la déformation continue d'une classe remarquable de surfaces (*Comptes rendus*, p. 302; 11 février 1901).

» Je dois rappeler que j'avais déjà communiqué une partie des résultats de M. Egorov (*Comptes rendus*, p. 1276; 1899). D'ailleurs, au moment de la publication de la Note de M. Egorov, je m'occupais d'une question bien plus générale : la recherche de toutes les surfaces qui admettent un réseau conjugué invariable dans une déformation continue.

» Je me suis placé dans un cas particulier, que je crois d'ailleurs être le cas général, et je l'ai complètement résolu. J'ai supposé que les surfaces applicables rapportées au réseau conjugué commun (u, v) étaient définies par des formules de la forme

$$x = \mathrm{A} f(u, v, a), \quad y = \mathrm{B} f(u, v, b), \quad z = \mathrm{C} f(u, v, c),$$

avec 5 relations entre A, B, C, a, b, c.

» Il est aisé de voir que tout est réduit à déterminer une fonction θ de u et de v et d'un paramètre t, telle que $\left(\frac{\partial\theta}{\partial u}\right)^2$, $\frac{\partial\theta}{\partial u}\frac{\partial\theta}{\partial v}$ et $\left(\frac{\partial\theta}{\partial v}\right)^2$ soient des po-

lynomes du quatrième degré par rapport à t, et que θ satisfasse à une équation de Laplace de la forme

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} = a\frac{\partial\theta}{\partial u} + b\frac{\partial\theta}{\partial v}.$$

» On a alors trois cas à étudier :

» 1. Ou bien

$$\frac{\partial\theta}{\partial u} = m\sqrt{R(t)}, \qquad \frac{\partial\theta}{\partial v} = n\sqrt{R(t)}$$

où m et n sont des fonctions de u et v, et $R(t)$ un polynome du quatrième degré en t ayant pour coefficients des fonctions de u et de v. On reconnaît tout de suite que *ce cas est impossible.*

» 2. Ou bien

$$\frac{\partial\theta}{\partial u} = p(t+m_1)(t+m_2),$$
$$\frac{\partial\theta}{\partial v} = q(t+m_3)(t+m_4)$$

où p, q et les m sont des fonctions de u et v. On démontre que *les surfaces qui correspondent à ce cas se déduisent de l'une d'entre elles par un déplacement dépendant d'un paramètre.*

» 3. Ou enfin

$$\frac{\partial\theta}{\partial u} = \beta(t+\alpha_1)\sqrt{(t+\alpha_3)(t+\alpha_4)},$$
$$\frac{\partial\theta}{\partial v} = \gamma(t+\alpha_2)\sqrt{(t+\alpha_3)(t+\alpha_4)}$$

où les α, β et γ sont des fonctions de u et v et $\alpha_1 \neq \alpha_2$, $\alpha_3 \neq \alpha_4$.

» J'ai démontré qu'à l'aide d'un changement convenable des variables u et v l'on peut écrire

$$\frac{\partial\theta}{\partial u} = \lambda\frac{\partial\omega}{\partial u}, \qquad \frac{\partial\theta}{\partial v} = \mu\frac{\partial\omega}{\partial v},$$

où

$$\omega = (t+u)^{\frac{3}{2}}(t+v)^{\frac{3}{2}},$$

et alors on peut énoncer le résultat suivant :

» *Toutes les surfaces qui correspondent à ce cas se déduisent des surfaces té-*

traédrales

$$x = A(a+u)^{\frac{3}{2}}(a+v)^{\frac{3}{2}},$$
$$y = B(b+u)^{\frac{3}{2}}(b+v)^{\frac{3}{2}},$$
$$z = C(c+u)^{\frac{3}{2}}(c+v)^{\frac{3}{2}},$$

à l'aide de transformations de Peterson. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de Taylor et les étoiles correspondantes.* Note de M. L. **Desaint**, présentée par M. Picard.

« Étant donnée une série de Taylor

$$f(z) = \Sigma A(n) z^n,$$

le problème que j'ai en vue se pose de la manière suivante :

« Fixer les rapports entre la fonction

$$A(t)$$

» et la fonction $f(z)$, c'est-à-dire déterminer les liens qui existent entre » les singularités de la fonction $A(t)$ et les points singuliers de la fonc- » tion $f(z)$. »

» Remarquons tout d'abord que, sauf dans le cas d'une série de Taylor de rayon nul, on peut supposer le rayon de convergence de cette série égal à 1 et la série valable sur ce cercle. Nous pouvons alors réduire $A(t)$ à n'être qu'une fonction entière prenant pour la série des nombres entiers positifs la série de valeurs $A(1)$, $A(2)$, ..., $A(n)$, coefficients du développement taylorien; cela résulte des résultats de M. Borel (Mémoire sur les séries divergentes). Cependant, en formant la fonction entière qui dérive de la suite $A(1)$, $A(2)$, ..., $A(n)$, on perd un peu de vue la *forme* $A(n)$; c'est pourquoi j'ai cru bon d'énoncer des résultats tirés uniquement de cette forme. Le plus simple est le suivant :

» Étant donnée une série de Taylor valable dans le cercle et sur la circonférence de rayon *un*

$$f(z) = \Sigma A(n) z^n,$$

si la fonction $A(t)$ est uniforme et régulière à l'infini, la fonction $f(z)$ n'admet comme singularités à distance finie que des points situés sur la

partie de l'axe des quantités réelles positives étendue de $z = 1$ à l'infini. La fonction $f(z)$ est, de plus, donnée dans tout le plan en dehors de cette partie de l'axe par la formule

$$f(z) = \sum_{n=0}^{n=N-1} A(n) z^n + \frac{z^N}{2\pi i} \int_\gamma dt \int \frac{A(t) y^{N-t-1} dy}{1 - zy},$$

où γ désigne ici un contour entourant les singularités de $A(x)$ et N un nombre entier immédiatement supérieur à la partie réelle de tous les points singuliers de $A(t)$.

» Ce théorème est susceptible d'extensions.

» Étant donnée une série de Taylor

$$f(z) = \sum A(n) z^n,$$

valable dans le cercle et sur le cercle de rayon 1, si la fonction

$$A(t)$$

est continue pour les valeurs infinies à partie réelle nulle ou positive de la variable, la fonction $f(z)$ n'admet à distance finie comme singularités que des points situés sur la partie de l'axe des quantités réelles positives qui s'étend de $z = 1$ à l'infini. La fonction $f(z)$ est, de plus, représentée dans toute l'étoile par la formule

$$f(z) = \sum^{n=N-1} [A(n) - a] z^n + \frac{a}{1 - z} + \frac{z^N}{2\pi i} \int_\gamma dt \int_0^1 \frac{A(t) y^{N-t-1} dy}{1 - zy},$$

où γ désigne un contour comprenant un demi-cercle dont le centre est l'origine, et deux positions de l'axe des quantités purement imaginaires; de plus, a est une constante, et N un nombre entier fini.

» Plus généralement :

» Lorsque la fonction

$$A(t)$$

devient infinie pour des valeurs infiniment grandes de la variable comprises dans un angle $\mathcal{A}$ au plus égal à π, désignons par α l'angle d'un des côtés de $\mathcal{A}$ $\left(0 < |\alpha| < \frac{\pi}{2}\right)$ avec la partie positive de l'axe des quantités réelles; la fonction $f(z)$ définie par la série

$$f(z) = \sum A(n) z^n$$

a ses points singuliers sur la spirale

$$1 - zye^{i\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right)} = 0 \qquad \text{si} \qquad \alpha > 0$$

et sur la spirale

$$1 - zye^{-i\left(\frac{\pi}{2}-|\alpha|\right)} = 0 \qquad \text{si} \qquad \alpha < 0.$$

Cette proposition est susceptible d'une grande généralisation; seulement ici les points singuliers de la fonction sont moins bien déterminés par la série de Taylor; cette proposition s'énonce ainsi :

» Étant donnée une série de Taylor

$$(1) \qquad f(z) = \sum \mathrm{A}(n) z^n,$$

si la fonction $\mathrm{A}(x)$ est *holomorphe à l'infini* à l'intérieur d'un angle aussi petit que l'on veut, d'ailleurs, dont le sommet est l'origine et qui contient l'axe des quantités réelles positives, la fonction $f(z)$ n'admet sur son cercle de convergence comme point singulier que le point $z = 1$; sous la simple condition à laquelle satisfait $\mathrm{A}(x)$, le cercle de convergence de la série de Taylor n'est donc jamais une coupure pour $f(z)$; il est, de plus, possible d'avoir immédiatement la représentation de $f(z)$ à l'intérieur d'une région plus étendue que son cercle de convergence.

» La fonction $f(z)$ s'écrit, en effet,

$$f(z) = a_0 + \sum_0^{\mathrm{N}-1} [\mathrm{A}(n) - a] z^n + \frac{a}{1-z} - \frac{z^{\mathrm{N}}}{2\pi i} \int_{\mathrm{C}_1} \mathrm{A}(t)\, dt \int \frac{y^{\mathrm{N}-t-1}\, dy}{1-zy}$$
$$- \frac{z e^{i\alpha'}}{2\pi i} \int_{\mathrm{D}_1} \mathrm{A}(t)\, dt \int \frac{y^{-te^{i\alpha'}}\, dy}{1 - zy^{e^{i\alpha'}}} - \frac{z e^{-i\beta'}}{2\pi i} \int_{\mathrm{D}_2} \mathrm{A}(t)\, dt \int_0^1 \frac{y^{-te^{-i\beta'}}\, dy}{1 - zy^{e^{-i\beta'}}},$$

où $\alpha' = \frac{\pi}{2} - \alpha$, $\beta' = \frac{\pi}{2} - \beta$, les angles α et β étant les angles des rayons limites qui, de part et d'autre de l'axe des quantités réelles positives, limitent la région où $\mathrm{A}(x)$ est holomorphe à l'infini.

» Nous avons développé la correspondance qui existe entre les circonstances du point singulier essentiel de $\mathrm{A}(x)$ à l'infini et la nature analytique de $f(z)$. Ceci peut se compléter lorsque $\mathrm{A}(x)$ admet seulement un pôle d'ordre k à l'infini :

» Étant donnée une série

$$f(z) = \sum \mathrm{A}(n) z^n,$$

si $A(x)$ admet l'infini comme pôle d'ordre k la fonction $f(z)$ a tous ses points singuliers sur la partie de l'axe des quantités réelles positives qui s'étend du point $z = 1$ à l'infini.

» La fonction $f(z)$ est, en effet, déterminée par la formule

$$f(z) = b\left[\frac{a_0}{1-z} + \ldots + \frac{a_{k+1}}{(1-z)^{k+1}}\right] + \frac{z^N}{2\pi i}\int_\gamma \frac{A(t)\,y^{N-t-1}}{t^k}\,dt \int \varphi_k(zy)\,dy,$$

où

$$\varphi_k(z) = \frac{a_0}{1-z} + \ldots + \frac{a_{k+1}}{(1-z)^{k+1}},$$

b, a_0, …, a_{k+1} étant des constantes et N un nombre entier positif. »

MÉCANIQUE. — *Procédé pratique pour la correction de l'erreur secondaire des chronomètres.* Note de M. **Ch.-Éd. Guillaume**, présentée par M. A. Cornu.

« L'erreur secondaire de compensation, découverte par Dent en 1833, consiste, comme on sait, dans le fait qu'un chronomètre réglé à deux températures déterminées ne l'est à aucune autre température. Dans l'emploi d'un spiral d'acier et d'un balancier compensateur acier-laiton, un chronomètre ayant une marche parfaite à 0° et à 30° avance de 2^s à $2^s,5$ à 15°, et retarde au-dessous de 0° ou au-dessus de 30°. Les spiraux de palladium donnent une erreur secondaire sensiblement moindre, et sont beaucoup employés aujourd'hui en raison des facilités qu'ils offrent pour le réglage approché à toute température. Mais ces spiraux conservent moins bien leur marche que ceux d'acier, et plusieurs fabricants de chronomètres, parmi les plus réputés, préfèrent, pour obtenir des marches parfaites, s'en tenir au spiral d'acier, et ajouter au balancier compensateur des organes auxiliaires modifiant la loi de son action.

» Je vais montrer comment on peut, par l'emploi des aciers au nickel, compenser parfaitement les variations d'élasticité du spiral avec un balancier de forme ordinaire.

» Yvon Villarceau (*Annales de l'Observatoire de Paris*, t. VII), exprime la variation de la courbure d'une lame bimétallique par l'équation

$$\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0} = \frac{\theta - \theta_0}{h},$$

dans laquelle ρ_0 et θ_0 désignent deux valeurs de départ du rayon ρ et de la température θ; h représente en abrégé une expression assez compliquée, mais dont un terme impor-

tant s'annule lorsque les épaisseurs relatives des métaux de la bilame sont choisies de telle sorte que l'action de celle-ci soit un maximum, condition que l'on cherche toujours à réaliser dans la pratique; h se réduit alors à $\frac{2}{3}\frac{e}{\alpha_2-\alpha_1}$, e étant l'épaisseur de la lame, α_1 et α_2 les coefficients de dilatation des deux métaux qui la composent, pris à la température considérée.

» La loi de variation de h dépend essentiellement des modifications de la différence $\alpha_2-\alpha_1$ avec la température. Or, si l'on se reporte aux valeurs de α_1 et α_2 pour l'acier et le laiton résultant des mesures faites par M. J.-R. Benoît au moyen de l'appareil Fizeau, on trouve que leur différence est une fonction sensiblement linéaire de la température, les termes quadratiques étant à peu près identiques pour les deux métaux. On en conclut que l'erreur secondaire provient presque en entier du terme du second ordre de la formule exprimant la variation de l'élasticité de l'acier. La correction de ce terme ne pourra être obtenue, dans un balancier à lames circulaires, que par la combinaison de métaux ou alliages dont les dilatations aillent en s'écartant à mesure que la température s'élève.

» Or il se trouve que la loi de dilatation des aciers au nickel est affectée d'un deuxième terme très variable d'un alliage à l'autre, et qui est négatif pour tous les alliages contenant de 36 à 47 pour 100 de nickel environ. On peut donc trouver, dans cette région, des alliages qui, associés au laiton, pourront donner la divergence progressive cherchée.

» Une série de balanciers ainsi constitués, construits sur mes indications par M. J. Vaucher-Ferrier, à Travers (Suisse), et expérimentés par M. Paul-D. Nardin, au Locle, ont donné d'emblée des résultats très satisfaisants, qui ont engagé M. Nardin à adopter, depuis près de deux ans, ces balanciers pour tous les chronomètres qu'il construit.

» Je donnerai, à titre d'exemple, les résultats des observations aux températures faites à l'observatoire de Neuchâtel sur trois chronomètres de marine récemment construits par M. Nardin; la première m'a été obligeamment communiquée par le regretté Dr Hirsch, les deux autres par M. le Dr Arndt :

I.		II.		III.	
Température.	Marche diurne (¹).	Température.	Marche diurne.	Température.	Marche diurne.
°	s	°	s	°	s
8,8	+ 2,80	10,7	— 0,30	12,9	+ 0,21
0,5	+ 2,32	0,8	— 0,24	0,4	— 0,51
0,6	+ 2,67	1,0	— 0,35	0,4	— 0,71
0,8	+ 2,71	1,2	— 0,26	0,4	— 0,42
10,3	+ 3,33	13,0	+ 0,09	10,9	+ 0,12
10,2	+ 3,07	12,9	+ 0,13	10,9	— 0,05
9,5	+ 3,02	13,3	— 0,61	10,6	+ 0,15
				9,6	+ 0,18
30,7	+ 2,85	32,8	+ 0,50	32,8	— 0,60
31,9	+ 3,25	32,7	+ 0,13	32,6	— 0,33
31,4	+ 3,30	32,2	+ 0,16	31,8	+ 0,19
9,2	+ 3,05	12,6	— 0,27	12,0	— 0,35
8,9	+ 2,91	12,0	— 0,60	12,4	— 0,07
		10,9	— 0,42	12,5	+ 0,15

(¹) Le signe + indique l'avance.

» On voit, à l'inspection du Tableau, que la marche des trois chronomètres s'est remarquablement conservée du commencement à la fin des épreuves thermiques, ce qui atteste la bonne conservation du balancier. Les perturbations que l'on observe dans les jours de passage, et qui proviennent de l'inégale répartition de la température, disparaissent rapidement, montrant ainsi que les déformations permanentes ne sont pas à craindre. Enfin, les écarts d'une température à l'autre sont du même ordre de grandeur que les sauts quotidiens à la même température, lesquels renferment à la fois les écarts réels du chronomètre et de l'horloge de comparaison et les erreurs des observations. Les différences des marches diurnes sont très petites, et, fait essentiel, les marches aux températures moyennes s'écartent très peu de la moyenne des marches aux températures extrêmes. Pour les deux premiers chronomètres, l'erreur secondaire est de l'ordre du dixième de seconde; pour le troisième, elle atteint $0^s,4$ environ. Mais, même ici, cette erreur peut n'être qu'apparente; elle résulte d'un calcul dans lequel on fait entrer toutes les observations à l'exception de celles des jours de passage. Mais, en choisissant convenablement les marches diurnes que l'on combine, on peut ou l'annuler sensiblement ou la doubler, ce qui montre que, pour le nombre restreint des observations dont on dispose, une erreur secondaire rigoureusement nulle, pour ce troisième chronomètre, ne sort pas de l'incertitude probable du résultat. On peut, en tous cas, tirer de ces observations, corroborées par beaucoup d'autres, le résultat que, par l'emploi du nouveau balancier, combiné avec un spiral d'acier, les marches d'un chronomètre à toute température peuvent être ramenées dans les mêmes limites d'écart que les marches à la même température.

» Des résultats analogues ont été obtenus avec des chronomètres de poche par M. Nardin et par M. P. Ditisheim à La Chaux-de-Fonds.

» Je dirai enfin que l'emploi de l'acier-nickel a permis de réaliser un autre perfectionnement du balancier. La dilatabilité moyenne de cet acier étant faible, on a pu, en l'associant au laiton, employer des lames plus courtes et plus robustes. La forme définitivement adoptée consiste en quatre lames égales partant symétriquement des deux extrémités du bras et chargées de masses égales. De cette façon, l'action de la force centrifuge est parfaitement symétrique, n'entraîne aucune torsion du bras et modifie beaucoup moins le moment d'inertie du balancier que dans la forme ordinaire. Les corrections auxiliaires d'isochronisme ont pu ainsi être sensiblement réduites. »

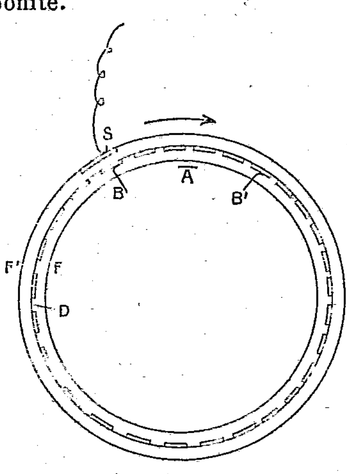
ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'existence des courants ouverts*. Note de M. V. CRÉMIEU, présentée par M. Poincaré.

« J'ai montré précédemment ([1]) que la *convection électrique* ne produit pas d'effet magnétique. Il en résulte qu'il doit exister des courants ouverts.

» Pour vérifier leur existence, j'ai fait, sur le conseil de M. H. Poincaré, l'expérience suivante :

» Un disque en ébonite D de 37^{cm} de diamètre et $2^{mm},5$ d'épaisseur, a été doré suivant vingt-cinq secteurs radiaux de 34^{cm} de diamètre extérieur, 14^{cm} de diamètre intérieur et distants les uns des autres de 10^{mm}.

» Ce disque tourne autour d'un axe horizontal passant par son centre, entre deux plateaux fixes F et F′ en ébonite.



» Le plateau F′ porte un secteur d'étain S ayant mêmes rayons que les secteurs mobiles, mais deux fois plus large qu'eux.

» En face de S se trouve, sur le plateau F, un balai B qui frotte sur les secteurs mobiles; B est relié à un second balai B′, décalé d'environ 60° par rapport à B et placé aussi sur F.

» Si l'on fait tourner D dans le sens de la flèche, puis qu'on relie S à une source électrique, les secteurs mobiles se chargeront par influence en passant au contact de B et viendront se décharger sur B′.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1544; t. CXXXI, p. 797; t. CXXXII, p. 327.

» Il y aura donc entre B et B′, d'une part *convection*, d'autre part *conduction*.

» Le potentiel en S est de 100 à 130 C. G. S. électrostatiques; la distance entre S et les secteurs mobiles, d'environ 5^{mm}; la vitesse du disque, de 65 à 85 tours par seconde; la quantité d'électricité transportée par convection est de 2×10^{-4} à 10^{-4} coulomb par seconde; le courant *mesuré* dans le fil qui relie B à B′ est, en effet, de 2×10^{-4} à 10^{-4} ampère.

» Entre les deux balais, au niveau du bord supérieur de la dorure du disque tournant et à 15^{mm} en avant de celui-ci, on a placé l'aiguille inférieure A d'un système astatique dont l'aiguille supérieure se trouve à 20^{cm} au-dessus.

» Une spire conductrice, de diamètre égal à celui de la partie moyenne de la dorure du disque tournant, est fixée dans une position symétrique de cette région par rapport à l'aiguille inférieure du système astatique.

» Celui-ci est réglé de telle façon qu'un courant de 10^{-4} ampère circulant dans cette spire témoin produit une déviation de 15^{mm} sur une échelle placée à 4 mètres de distance.

» Le mode opératoire est le suivant :

» 1° Dans une première expérience, on relie les balais B et B′ à un galvanomètre par des fils qui passent loin de A et sont d'ailleurs symétriques par rapport à A, de façon que leur action magnétique est nulle. La seule partie du circuit qui peut alors agir sur l'aiguille A est la convection entre B et B′.

» Dans ces conditions, le disque étant mis en rotation, si l'on vient à charger S, on observe une déviation du galvanomètre, tandis que le système A reste immobile.

» On vérifie du reste que, en envoyant dans la spire témoin un courant égal à celui mesuré par la déviation du galvanomètre, A prend une déviation notable; cette vérification se fait sans arrêter le disque ni décharger le secteur S.

» 2° Dans une seconde expérience, les balais B et B′ sont réunis par un fil conducteur de résistance égale à celle du galvanomètre, et collé sur le disque F, au niveau de la spire témoin.

» On observe alors, au moment où l'on charge S et en prenant des précautions convenables pour que la décharge ne soit pas oscillante entre les deux balais, une déviation permanente de A, qui cesse dès qu'on relie S au sol.

» Cette déviation change de sens avec celui de la charge de S. Elle est d'ailleurs égale à celle que donne sur A le courant témoin de l'expérience précédente.

» *Il semble donc bien que le courant qui circule en* BB'B *est un courant ouvert.*

» On remarquera, de plus, que la première partie de l'expérience constitue une forme très nette de transport d'électricité par convection, sans effet magnétique; tous les facteurs de cette expérience sont mesurés; le calcul, et par conséquent les erreurs d'interprétation auquel il pourrait donner lieu, se trouvent complètement éliminés. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'osmose à travers la membrane de ferrocyanure de cuivre.* Note de M. G. **Flusin**, présentée par M. A. Haller.

« L'étude de l'osmose à travers la membrane, dite *semi-perméable*, de ferrocyanure de cuivre, n'est pas sans présenter quelques difficultés expérimentales qui expliquent peut-être le nombre restreint des travaux entrepris sur ce sujet, que les considérations théoriques de Van't Hoff ont pourtant mis en lumière.

» On s'est attaché jusqu'à présent à mesurer la pression osmotique, plutôt que la vitesse d'osmose; je me suis proposé de rechercher quelle relation existait entre ces deux grandeurs. On a été, d'autre part, assez facilement porté à admettre que l'imperméabilité de la membrane de ferrocyanure pour les substances dissoutes était générale; l'analyse de l'eau dans laquelle est plongé le vase poreux servant de support à la membrane montre qu'il n'en est pas toujours ainsi.

» Le procédé décrit par Pfeffer ([1]) pour produire la membrane précipitée *sur la paroi interne* du vase poreux est celui qui m'a donné les meilleurs résultats; j'ai pu réussir 10 pour 100 des vases traités. J'ai adopté aussi la méthode publiée par ce savant pour la détermination de la pression osmotique.

» Pour mesurer les vitesses d'osmose, je remplace le manomètre par un tube horizontal gradué, de 1^{mm} de diamètre intérieur; tout l'appareil étant rigoureusement maintenu à 0°, la vitesse de déplacement du ménisque dans le tube reste sensiblement constante pendant plus de vingt-quatre heures. La longueur moyenne en millimètres parcourue dans une heure représente la vitesse d'osmose. J'ai toujours, après chaque expérience, analysé l'eau extérieure au vase poreux et dosé, s'il y avait lieu, les substances dissoutes.

([1]) *Osmotische Untersuchungen*, Leipzig, 1877.

» Le Tableau suivant résume mes observations relatives aux pressions osmotiques, celles-ci étant exprimées en centimètres de mercure et les concentrations rapportées à 100gr d'eau :

	Pression		Poids	
	observée réduite à 0°.	théorique à 0°.	de substance ayant traversé la membrane.	Durée de l'expérience.
	cm	cm	mgr	
Vase I : Saccharose à 2 pour 100 ..	96,3	98,6	0,0	41
Vase V : Saccharose à 2 pour 100 ..	98,1	98,6	0,0	92
Vase I : Saccharose à 1 pour 100 ..	44,1	49,3	0,0	126
Vase II : Amygdaline à 1 pour 100 .	36,0	37,1	0,0	119
Vase IV : Antipyrine à 1 pour 100 ..	89,6	90,2	0,4	96
Vase I : Urée à 1 pour 100	28,2	282,7	141,0	234

» L'accord est satisfaisant entre les nombres observés et les nombres théoriques, sauf pour l'urée, qui accuse seulement une pression dix fois plus petite que celle indiquée par le calcul. L'explication de cet écart considérable est évidente si l'on remarque que l'urée a passé en grande partie dans le liquide extérieur, tandis que les autres substances n'ont pas traversé la membrane en quantité appréciable.

» La vitesse d'osmose n'est pas, comme la pression osmotique, indépendante de la surface et de l'épaisseur de la membrane : elle varie notablement suivant les vases employés. Le nombre qui exprime la vitesse d'osmose d'une solution n'a donc aucune signification en valeur absolue. Mais si nous déterminons, pour différents vases pris successivement et à la température de 0°, les vitesses V et V' de deux solutions de même concentration, nous trouvons que le quotient $\frac{V}{V'}$ est constant et ne dépend plus du vase qui a servi à effectuer les mesures. Nous allons voir que ce rapport est égal au rapport $\frac{P}{P'}$ des pressions osmotiques des dissolutions considérées.

» Les résultats consignés ci-dessous se rapportent à une concentration de 1gr de substance dans 100gr d'eau; P représente la pression osmotique théorique, V la vitesse d'osmose à 0°, Q le poids en milligrammes de corps dissous ayant traversé la membrane, D la durée de l'expérience en heures.

		P.	V.	$\frac{P}{P'}$.	$\frac{V}{V'}$.	Q.	D.
		cm	mm			mgr	h
Vase II..	Glucose.....	94,0	5,3	1,91	1,96	Traces.	20
	Saccharose..	49,3	2,7	0,17	0,82	0,0	25
	Urée.......	282,7	3,3			17,0	25
Vase III.	Glucose.....	94,0	7,4	1,91	1,76	0,0	27
	Saccharose..	49,3	4,2	0,55	0,51	0,0	43
	Antipyrine..	90,2	8,2	0,96	0,93	0,5	31
	Glucose.....	94,0	8,8			0,0	27
Vase V..	Glucose.....	94,0	4,0	1,91	1,90	0,0	27
	Saccharose..	49,3	2,1			0,0	43

» De l'examen des nombres précédents, il résulte que, pour un même vase, les vitesses d'osmose sont proportionnelles aux pressions osmotiques et, par conséquent, inversement proportionnelles aux poids moléculaires. L'anomalie présentée encore ici par l'urée n'infirme en rien cette conclusion : la membrane est, en effet, perméable à cette substance, ainsi que le démontre l'analyse du liquide extérieur, et la séparation du corps dissous et du dissolvant n'est, dès lors, plus complète, condition indispensable pour assurer aux lois de la théorie moderne des solutions leur entière rigueur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages d'aluminium. Combinaisons de l'aluminium et du tungstène.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Ditte.

« M'étant proposé l'étude systématique de certains alliages d'aluminium, j'ai cherché tout d'abord à isoler les combinaisons de l'aluminium avec les divers métaux entrant dans ces alliages.

» A cet effet, j'ai employé, suivant les conseils de M. Matignon, la méthode indiquée par M. Goldschmidt pour la préparation de certains métaux réfractaires. Cette méthode, basée sur le pouvoir réducteur de l'aluminium, consiste à mélanger l'oxyde du métal que l'on se propose d'obtenir avec de l'aluminium en grains ou en poudre et à enflammer ce mélange par l'intermédiaire d'une poudre faite de bioxyde de baryum et d'aluminium.

» Mes premières recherches ont porté sur la réduction de l'acide tung-

stique, de l'acide molybdique, de l'oxyde magnétique de fer, de l'oxyde salin de manganèse, du bioxyde d'étain et de l'acide titanique par l'aluminium en excès.

» M'étant aperçu, dans des expériences préliminaires, que l'on obtenait des résultats absolument différents suivant la grosseur du grain d'aluminium et la quantité totale du mélange, j'ai adopté le grain qu'on obtient en fractionnant l'aluminium en grains du commerce entre les tamis 20 et 30, et j'ai toujours opéré sur 3^{kg} de matière.

» Dans un creuset préalablement brasqué à la main au moyen d'un mélange de 90 parties de MgO calcinée à haute température et de 10 parties de MgO cuite à basse température, arrosé des $\frac{3}{5}$ de son poids d'eau et bien desséché, on place le mélange d'oxyde en poudre ou en grains très fins et d'aluminium en grains fait en proportions théoriques pour produire la réaction que l'on se propose, et l'on enflamme à l'aide du mélange $BaO^2 + Al$.

» Des premières recherches que j'ai faites on peut tirer les conclusions générales suivantes :

» 1° Lorsqu'on se propose la réduction d'un oxyde qui est volatil à la température de la réaction, on obtient généralement des cristaux d'une combinaison d'aluminium et du métal qui correspond à l'oxyde employé;

» 2° Avec les oxydes qui ne sont pas volatils à la température de la réaction, on obtient un culot métallique ayant parfois une structnre cristalline et dont on peut isoler des combinaisons métalliques en dissolvant Al en excès par HCl ou KOH étendus.

» Dans la présente Note, j'indiquerai plus spécialement les résultats obtenus en réduisant l'acide tungstique par l'aluminium, en présence d'un excès plus ou moins important de ce métal.

» On est limité, d'une part, par la réaction correspondant au tungstène pur, et d'autre part par la non-inflammation du mélange provenant d'un trop grand excès d'aluminium; la limite d'inflammation est donnée par la réaction correspondant à $Al^{10}Tu$:

» 1° Les expériences faites avec des proportions de matières comprises entre les quantités qui théoriquement conduiraient à des alliages $AlTu^{10}$ et Al^5Tu donnent des culots métalliques qui, traités par l'eau régale concentrée, laissent un résidu parfaitement cristallisé, correspondant à la formule $AlTu^2$.

» Pour analyser ce résidu, je l'ai attaqué par Na^2O^2, seul procédé qui donne de bons résultats; mais, comme ce produit contient toujours de l'alumine, on ne peut doser

ainsi que le tungstène; cette opération se fait après séparation de l'alumine par l'ammoniaque, en précipitant Tu en liqueur neutre par le nitrate mercureux (1); j'ai trouvé :

Tu pour 100.			Tu calculé pour $AlTu^2$.
93,65	93,93	93,43	93,16

» Ces cristaux sont faiblement attaqués par les acides concentrés; ils sont décomposés par l'eau bouillante.

» 2° Les expériences faites avec des proportions de matières comprises entre les quantités qui conduiraient théoriquement à des alliages AlTu et $Al^{10}Tu$ donnent d'abondants cristaux lamellaires qui paraissent ternes, à cause d'une mince couche d'aluminium qui les recouvre. On les trouve entre le culot métallique et le corindon, particulièrement sur la périphérie. Ces cristaux correspondent à la formule Al^4Tu. L'expérience qui donne les meilleurs résultats est celle qui correspond aux proportions théoriques conduisant à cette composition.

» Pour les analyser, on les lave à HCl et à AzH^3, puis on les traite par l'eau régale concentrée, qui les dissout facilement. On insolubilise TuO^3 formé par dessiccation et traitement à HCl, et l'on reprend par l'eau en présence de chlorhydrate d'ammoniaque.

» L'aluminium en solution est précipité par le sulfhydrate d'ammoniaque.

» J'ai trouvé ainsi :

	1re analyse.	2e analyse.	Calculé.
Aluminium.......	36,61	37,08	36,98
Tungstène........	63,32	62,90	63,02
	99,93	99,98	100,00

» Ces cristaux sont facilement attaqués par les acides concentrés.

» 3° Les expériences faites avec des proportions de matières comprises entre les quantités qui, théoriquement, conduiraient à des alliages Al^3Tu

(1) Au cours de ces analyses, j'ai remarqué le phénomène suivant que je me réserve d'étudier ultérieurement : l'attaque des cristaux par Na^2O^2 était faite dans une capsule de nickel; la capsule ainsi que son contenu étaient traités par l'eau bouillante, puis bien lavés. Le précipité obtenu était filtré, et une partie de l'alumine restait sur le filtre, alors qu'elle aurait dû passer totalement en solution sous forme d'aluminate de soude; il est même arrivé à plusieurs reprises que la liqueur filtrée était d'une teinte verte très accusée et contenait du nickel.

et $AlTu^5$ donnent des cristaux formant des amas magnifiques à la surface du culot métallique; ils correspondent à la formule Al^3Tu.

» Ils sont très difficilement solubles dans l'eau régale concentrée, et pour les analyser il est préférable de les attaquer par Na^2O^2, comme je l'ai indiqué à propos des cristaux de formule $AlTu^2$. J'ai trouvé :

Tu pour 100...............	69,85	70,32	70,32
Tu, calculé pour Al^3Tu......	69,44	»	»

» Ces cristaux sont peu attaqués par les acides, même concentrés; ils sont décomposés, comme les deux autres combinaisons, par l'eau bouillante.

» Je me réserve d'étudier ultérieurement l'action de O, Cl, H^2O, etc., sur ces combinaisons, ainsi que leurs chaleurs de formation.

» Ces expériences, faites avec TuO^3, sont dangereuses; elles se font avec pertes et projections abondantes. Les pertes ont lieu surtout sous forme d'oxyde vert.

» Lorsqu'on répète ces expériences en partant de TuO^2, préparé par l'action de H sur TuO^3, on obtient des cristallisations beaucoup plus rares et des résultats bien moins nets. La limite d'inflammation est d'ailleurs abaissée.

» Dans une prochaine Note, j'indiquerai les résultats que j'ai obtenus avec les oxydes de molybdène, de titane, d'étain, de fer, de manganèse, etc. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un iodoantimonure de mercure*. Note de M. **Albert Granger**, présentée par M. Ditte.

« Nous avons déjà montré que le mercure, chauffé en présence d'iodure de phosphore, se changeait en iodure et phosphure de mercure. Nous avons cherché si, en généralisant la réaction, nous pourrions isoler des arséniure, antimoniure et bismuthure de mercure. La présente Note a pour but de faire connaître les résultats obtenus en faisant réagir le mercure sur le triiodure d'antimoine.

» Chauffés en tubes scellés au voisinage de 300° pendant vingt heures, ces deux corps se transforment en biiodure de mercure et en un composé qui n'est pas un antimoniure, mais un iodoantimoniure de mercure. Il est indispensable, pour pouvoir opérer la séparation de l'iodure et de l'iodoantimoniure, de ne pas avoir de mercure inattaqué dans le tube. Nous avons eu un rendement satisfaisant en prenant 40^{gr} de

mercure et 120gr d'iodure d'antimoine. La séparation des produits de la réaction ne peut être opérée en dissolvant l'iodure de mercure dans l'iodure de potassium; ce procédé, qui nous avait parfaitement réussi pour la purification du phosphure de mercure, a échoué complètement dans le cas présent, le réactif détruisant à la longue l'iodoantimoniure de mercure. Il faut recourir au sulfite de sodium; une solution de ce sel dissout facilement l'iodure de mercure, surtout si l'on a soin de la chauffer légèrement. Après lavages, il reste un corps gris, brillant, nettement cristallisé, qui, outre de l'antimoine et du mercure, renferme une notable quantité d'iode.

» L'iodoantimoniure de mercure se présente sous forme de prismes bacillaires présentant un clivage facile, peut-être g_1. La forme, l'éclat et la couleur des cristaux rappellent beaucoup la stibine. Pourtant on ne remarque pas le reflet bleuté que l'on constate sur ce dernier minéral. La dureté du corps est peu élevée; il s'écrase facilement sous le pilon en donnant une poudre à reflets rougeâtres.

» L'iodoantimoniure de mercure est décomposable par la chaleur. Chauffé doucement, il laisse dégager de l'iodure de mercure et du mercure métallique en donnant un résidu d'antimoine. A froid, le chlore l'attaque et la réaction est très vive si l'on fait intervenir la chaleur; le brome agit de même. L'acide chlorhydrique est sans action. L'acide azotique le transforme en antimoniate de mercure et iodure de mercure. Chauffé avec de l'acide sulfurique, l'iodoantimoniure se dissout en dégageant de l'acide sulfureux pendant que de l'iodure de mercure est mis en liberté. L'eau régale dissout rapidement l'iodoantimoniure.

» Une solution de perchlorure de fer dissout à chaud le composé; l'iode se dégage en totalité. A froid, le zinc et l'acide sulfurique étendu agissent avec lenteur, plus rapidement à chaud; il se dégage de l'hydrogène antimonié, et l'iode reste à l'état d'iodure de zinc pendant que le zinc s'amalgame. La décomposition complète ne s'effectue que très difficilement dans cette dernière réaction.

» L'analyse donne comme composition à ce corps $Hg^5Sb^4I^4$; si l'on tient compte du dédoublement produit par l'acide azotique, on peut écrire la formule $Hg^3Sb^4 2HgI^2$. Cette formule est plus intéressante que la première, car l'antimoniure de mercure mis ainsi en évidence a même formule que le phosphure de mercure Hg^3P^4.

» Pour analyser ce composé, nous avons déplacé l'iode par le perchlorure de fer; puis, dans une attaque à l'eau régale, nous avons précipité le mercure et l'antimoine à l'état de sulfures. On redissout ces sulfures et l'on sépare le mercure à l'état de calomel; on dose l'antimoine sous la forme de sulfure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un échantillon de chaux cristallisée.* Note de M. **Ad. Jouve**, présentée par M. H. Moissan.

« L'obtention de la chaux cristallisée a été relatée par MM. S. Meunier et Levallois, qui ont rencontré cet échantillon dans un four à chaux chauffé à l'oxyde de carbone (*Comptes rendus*, 28 juin 1880). Le produit de la décomposition contenait de petits cubes polarisant la lumière, contenant 96 à 97 pour 100 de chaux, le reste étant formé de silice et d'alumine.

» En 1891, M. Moissan a obtenu d'une façon courante la cristallisation de l'oxyde de calcium, en employant l'action directe de la chaleur du four électrique sur la chaux. Celle-ci fond, peut même se volatiliser et, par refroidissement, cristallise en donnant des cristaux comparables à ceux de MM. Meunier et Levallois et d'une densité de 3,29. (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 1034).

» J'ai obtenu, accidentellement, une autre variété cristalline d'oxyde de calcium. Voici dans quelles circonstances :

» Un four à carbure avait été arrêté avant que la transformation du mélange de chaux et de charbon fût complète, c'est-à-dire après une action très courte de l'arc électrique. Après quelque temps d'inaction, en procédant à l'enlèvement de ce mélange, j'ai observé la présence de sortes de petites géodes contenant de petits cristaux aiguillés répartis autour de plusieurs centres; à côté de ces cristaux se trouvaient des lamelles brillantes de graphite.

» Cette disposition était surtout accentuée dans les portions qui n'avaient été soumises qu'à une température insuffisante; on n'en trouvait pas dans le centre, où il existait un noyau de carbure. Cependant on a pu trouver de ces cristaux à l'extrémité même de l'anode. En certains endroits, les aiguilles atteignaient plusieurs millimètres de longueur.

» J'ai isolé, non sans quelques difficultés, quelques-uns de ces cristaux, très légers et très ténus, et je les ai soumis à l'analyse. Ils répondent en moyenne à une teneur de 98,5 pour 100 de chaux, avec un peu de carbone qui en enfume quelques-uns très légèrement. Ils contiennent quelquefois aussi un peu de carbure qui, probablement, y est interposé mécaniquement. Je n'ai pu déterminer exactement comment ce carbure existait, s'il était interposé ou mélangé aux cristaux. Cependant son existence est certaine, étant donnée la légère odeur de gaz acétylène que répandent ces cristaux.

» Ces cristaux récemment obtenus sont parfaitement transparents et sont en aiguilles prismatiques ; leur densité est voisine de 2,5 (3,32 pour les cristaux cubiques). Ils deviennent assez rapidement opaques en devenant carbonate superficiellement.

» J'ai essayé de reproduire ces cristaux dans un petit four de laboratoire (250 ampères et 50 volts; le courant primaire du four à carbure était de 7000 ampères sous 200 volts, répartis sur 8 fours). Je n'ai jamais pu les obtenir quand la formation du carbure était complète, c'est-à-dire quand la température du four avait été très élevée; à peine trouve-t-on quelques aiguilles petites dans la masse environnante.

» Ils se forment très nettement quand on arrête le courant au moment où le mélange a pris l'aspect caractéristique du carbure inachevé, quand la masse est grise, poreuse, contient de la chaux, du charbon, du graphite et du carbure non fondu.

» *En résumé*, la chaux prismatique ainsi obtenue provient d'un refroidissement de la masse au moment où le carbure de calcium va se former. Le carbone et la chaux, pour former le carbure, se trouvent respectivement, l'un à l'état de graphite, et l'autre, de chaux fondue et même à l'état de vapeurs. C'est le refroidissement de cette vapeur dans un espace clos qui produit probablement cette chaux en cristaux prismatiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la chimie du méthylène*. Note de M. V. THOMAS, présentée par M. Moissan.

« On ne sait pas grand'chose sur la chimie du méthylène, et les seules données expérimentales qu'on ait sur ce sujet sont dues en grande partie à M. Nef (1). Il est vrai que les théoriciens ont pu déduire, par contre, en se basant sur des hypothèses généralement admises, quelques propriétés intéressantes de ce groupement, ou, d'une façon générale, des polyméthylènes. D'après M. Ad. Bayer, par exemple, le tétraméthylène serait un composé fort stable.

» M. l'abbé Hamonet a montré tout récemment (2) qu'en traitant le diiodobutane ou le dérivé bromé correspondant par certains métaux tels que le zinc, ce tétraméthylène ne prenait pas naissance. La réaction se passe comme si, dans une première phase, il se produisait du tétraméthylène très instable qui se dédoublerait ensuite en deux molécules d'éthylène.

(1) *Annales de Liebig*, t. CCXCVIII, p. 202.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 789.

» L'étude de l'action des métaux sur l'iodure de méthylène paraît devoir apporter quelques documents importants pour l'histoire du méthylène. Cet iodure devrait, en effet, dans ces conditions, donner naissance à des composés correspondant à l'éthane diiodé, puis à l'éthylène :

$$2CH^2I^2 = CH^2I - CH^2I + I^2,$$
$$CH^2I - CH^2I = CH^2 = CH^2 + I^2,$$

» En réalité, comme il résulte des expériences suivantes, il se comporte d'une façon toute différente.

» *Action du mercure sur l'iodure de méthylène.* — En laissant au contact, pendant plusieurs jours, du mercure, de l'iodure mercureux et de l'iodure de méthylène, j'ai obtenu les composés décrits par M. Sakuray (1), à savoir :

$$CH^2I.HgI, \quad CH^2(HgI)^2 \quad \text{et} \quad CH(HgI)^3.$$

» Toutefois, contrairement au dire de ce chimiste, l'iodure mercureux ne paraît jouer ici aucun rôle. En effet, la réaction se produit tout à fait identique en l'absence de ce sel.

» Tandis que l'iodométhane monoiodomercurique et le méthane diiodomercurique sont obtenus en quantités notables, le méthane triiodomercurique ne se forme qu'en très petite quantité. Comme ce corps se forme régulièrement en substituant l'iodoforme à l'iodure de méthylène, M. Sakuray en avait conclu que la présence de ce corps était due à des traces d'iodoforme contenu dans l'iodure de méthylène employé. Or ce fait me paraît erroné. L'iodure de méthylène tout à fait exempt d'iodoforme se comporte exactement de la même façon (2). De plus, sous l'action de la chaleur, l'iodométhane iodomercurique se décompose en donnant des quantités variables de méthane di et triiodomercurique.

» L'action du mercure sur l'iodure de méthylène est différente si, au lieu d'opérer à froid, on opère à température élevée, au voisinage de 200°, par exemple.

» 40gr de mercure ont été chauffés avec 22gr d'iodure de méthylène, entre 190°-200°, en tubes scellés pendant plusieurs heures (dix à douze heures). Le tube, après réaction, contient de grands cristaux d'iodure mercurique, les uns rouges, les autres jaunes. Le liquide a complètement disparu. Il s'est formé une masse charbonneuse en même temps qu'une quantité considérable de produits gazeux a pris naissance. Ceux-ci sont

---

(1) *Chem. Soc.*, t. XXXVII, p. 661; t. XXXIX, p. 485.

(2) L'iodure de méthylène employé, traité par une amine en présence d'alcali, ne donnait pas trace de carbylamine.

constitués par un mélange de méthane et d'éthane; le volume de l'éthane étant sensiblement double de celui de l'éthane.

» Cette façon singulière de se comporter de l'iodure de méthylène m'avait fait songer que le groupement CH^2, qui prend naissance par suite de l'enlèvement d'iode, au lieu de former une combinaison du type du diméthylène, était susceptible, dans certaines conditions, de se dédoubler en hydrogène et en un groupe CH plus stable,

$$CH^2 = CH + H,$$

ce qui déterminerait la formation d'acétylène d'une part et, de l'autre, la formation d'un groupe méthyle par suite de la réaction secondaire

$$CH^2 + H = CH^3.$$

On serait ainsi conduit à la production d'éthane.

» Quant à l'acétylène, par suite d'un mécanisme semblable, il donnerait à son tour des produits plus condensés et même un dépôt de charbon avec mise en liberté d'hydrogène. C'est celui-ci qui, en se fixant sur un groupe méthyle, engendrerait du méthane. *Une molécule semblerait ainsi s'hydrogéner aux dépens d'une autre molécule.*

» En admettant cette manière de voir, les composés

$$CH^2I, HgI^2 \quad CH^2(HgI)^2 \quad \text{et} \quad CH(HgI)^3,$$

se formeraient par suite très normalement.

» Du reste, on peut démontrer directement la production d'une liaison acétylénique dans la décomposition de l'iodure de méthylène. Il suffit pour cela de s'adresser à des métaux monovalents, tels que l'argent, non susceptibles de donner des dérivés organométalliques à la façon du mercure.

» 6gr d'argent réduit ont été chauffés avec 8gr d'iodure de méthylène au bain-marie. Le dégagement gazeux se produit déjà très nettement à 100°. Si l'on élève progressivement la température du bain par addition d'un sel, la décomposition s'accentue rapidement. On a recueilli séparément les gaz dégagés jusqu'à 100°, les gaz dégagés entre 100° et 150°, enfin les produits de réaction à température supérieure. Dans tous les cas, les gaz ainsi formés donnent un abondant précipité rouge avec le chlorure de cuivre ammoniacal (1).

---

(1) En chauffant à 500° de l'iodure de méthylène avec de l'argent, Sudborough a obtenu du charbon, de l'éthylène et du méthane (*Journ. Soc. Chem.*, t. XVI, p. 408).

» En résumé, j'ai établi dans cette Note que :

» 1° Le mercure réagit sur l'iodure de méthylène *exempt d'iodoforme* en donnant en même temps $CH^2I.HgI$, $CH^2(HgI)^2$ et $CH(HgI)^3$.

» 2° L'iodure $CH^2I.HgI$ se décompose sous l'action de la chaleur en donnant les dérivés $CH^2(HgI)^2$ et $CH(HgI)^3$.

» 3° L'iodure de méthylène est décomposé par certains métaux avec formation d'éthane et de méthane (mercure) ou de carbures acétyléniques précipitant en rouge le chlorure cuivreux ammoniacal (argent).

» Dans de prochaines Notes, je me réserve de revenir sur l'action qu'exercent les différents éléments métalliques sur l'iodure de méthylène et les dérivés chlorés ou bromés correspondants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydratation de l'acide amylpropiolique; acide caproylacétique.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **R. Delange**, présentée par M. H. Moissan.

« Il a été établi précédemment (¹) que les acétones possédant à côté du carbonyle une fonction acétylénique pouvaient fixer une molécule d'eau par l'intermédiaire de l'acide sulfurique, avec formation de dicétones β; nous avons montré de plus (²) que les mêmes substances étaient décomposées par les lessives alcalines, en donnant d'une part une molécule d'acide, et de l'autre, tantôt une molécule d'acétone, tantôt une molécule de carbure acétylénique. Ces réactions nouvelles nous ont engagés à étudier, au point de vue d'une hydratation ou d'un dédoublement analogue possible, d'autres composés acétyléniques, et tout d'abord les acides. Cette Note résume les résultats que nous avons obtenus avec l'acide amylpropiolique, $CH^3-(CH^2)^4-C\equiv C-CO^2H$, récemment décrit par nous (³).

» L'acide amylpropiolique, libre ou éthérifié, ne peut être que très difficilement hydraté par l'intermédiaire de l'acide sulfurique concentré ordinaire. Si l'on emploie l'acide sulfurique légèrement fumant (3 pour 100 d'anhydride), on observe une réaction extrêmement vive : la molécule est

(¹) Ch. Moureu et R. Delange, *Comptes rendus*, 1900; Nef, *Liebig's Annal.*, t. CCCVIII, p. 264.

(²) *Comptes rendus*, 1900.

(³) *Comptes rendus*, 1901.

scindée à l'endroit de la triple liaison, et il y a production d'un acide saturé gras à deux atomes de carbone de moins, l'acide caproïque

$$CH^3 - (CH^2)^4 - CO^2H,$$

en même temps que d'un acide sulfoné, dont le sel de barium cristallise en fines aiguilles blanches peu solubles dans l'eau.

» Tout autres sont les résultats que l'on obtient en mettant en œuvre les alcalis caustiques ; il y a fixation d'une molécule d'eau sur l'acide acétylénique, et formation d'un acide β-cétonique, l'acide caproylacétique ;

$$CH^3 - (CH^2)^4 - C \equiv C - CO^2H + H^2O = CH^3(CH^2)^4 - CO - CH^2 - CO^2H.$$

» On chauffe à reflux, pendant douze heures, l'acide amylpropiolique avec un excès (environ 3 molécules) de potasse en solution alcoolique à 12 pour 100; on étend ensuite d'eau la liqueur, on l'agite avec de l'éther, qui enlève un produit neutre formé dans la réaction (voir plus loin), et la solution alcaline, soigneusement refroidie, est acidulée avec précaution par l'acide sulfurique dilué et froid; on extrait à l'éther l'acide mis en liberté, on sèche la solution éthérée et l'on évapore l'éther dans le vide à froid; le résidu solide, cristallisé en lamelles blanches, constitue l'acide caproylacétique; 14 parties d'acide acétylénique fournissent en moyenne 15 parties d'acide β-cétonique brut.

» Comme tous les corps analogues, l'acide caproylacétique colore fortement en rouge les solutions étendues de chlorure ferrique. Il est très instable : déjà à la température ordinaire, et très rapidement à partir de 60°, il se dédouble en acide carbonique et méthylamylcétone :

$$CH^3 - (CH^2)^4 - CO - CH^2 - CO^2H = CO^2 + CH^3 - (CH^2)^4 - CO - CH^3.$$

» On peut cependant l'éthérifier, soit en saturant à 0° de gaz chlorhydrique sa solution dans l'alcool correspondant, soit en abandonnant à basse température, pendant quelques jours, la même solution additionnée d'acide sulfurique. Quelques précautions que l'on prenne d'ailleurs, on n'évite jamais complètement la décomposition de l'acide en méthylamylcétone et acide carbonique.

» Le caproylacétate de méthyle distille à 115°-116° sous 14^{mm} : $D_0 = 0,994$. Le caproylacétate d'éthyle distille à 126°-127° sous 19^{mm} : $D_0 = 0,9721$. Ces deux éthers colorent fortement en rouge la solution alcoolique de chlorure ferrique et réagissent immédiatement sur la phénylhydrazine. Ils se dissolvent avec dégagement de chaleur dans les solutions aqueuses de soude caustique; mais, presque aussitôt, le dérivé sodé se précipite sous la forme d'un magma blanc. Les dérivés cupriques, de couleur vert clair, sont très solubles dans le chloroforme; ils se déposent de leurs solutions dans l'alcool absolu en petits prismes microscopiques; le composé méthylique fond à 113°-114°, et le composé éthylique à 107°.

» Le produit neutre formé, en faible proportion d'ailleurs, dans la préparation de

l'acide caproylacétique n'est autre que la méthylamylcétone, qui a pris naissance d'après l'équation suivante :

$$CH^3 - (CH^2)^4 - C \equiv C - CO^2H + 2KOH = CH^3 - (CH^2)^4 - CO - CH^3 + CO^3K^2.$$

» Si l'on substitue la potasse aqueuse à la potasse alcoolique, cette dernière réaction est prédominante, et il se forme directement de la méthylamylcétone en quantité notable.

» Ces faits précis interdisent formellement l'emploi d'un excès d'alcali, quand on peut saponifier les éthers de l'acide amylpropiolique. Ils vont, en outre, nous permettre d'appuyer par des arguments solides la formule de constitution $CH^3 - (CH^2)^4 - CCl = CH - CO^2R$, que nous avons proposée pour les éthers résultant de l'action du gaz chlorhydrique sur la solution de cet acide dans l'alcool méthylique ou éthylique (1).

» Si, en effet, on traite à chaud ces éthers chlorés par la quantité exactement calculée de potasse (2 mol.) en solution alcoolique, et qu'on chauffe ensuite au bain-marie le produit acide qui s'est formé dans la réaction, celui-ci fournit une quantité appréciable de méthylamylcétone; et l'on peut admettre que la production d'une partie au moins de cette méthylamylcétone s'est faite d'après le mécanisme suivant : 1° transformation du dérivé chloré $(- CCl = CH - CO^2H)$ en dérivé hydroxylé

$$(- COH = CH - CO^2H);$$

2° isomérisation cétonique de celui-ci $(- CO - CH^2 - CO^2H)$; 3° dédoublement normal de l'acide β-cétonique. — Le même raisonnement, appliqué au dérivé chloré $(- CH = CCl - CO^2H)$, conduirait à l'aldéhyle œnanthylique

$$CH^3 - (CH^2)^4 - CH^2 - CHO;$$

or, il ne s'en fait pas trace dans la réaction. C'est donc bien en β que doit être placé le chlore par rapport au carboxyle.

» *En résumé :* 1° nous avons montré que l'acide sulfurique fumant décompose l'acide amylpropiolique, avec production de l'acide gras à deux atomes de carbone de moins; 2° en traitant le même acide acétylénique par la potasse alcoolique, nous avons obtenu un acide β-cétonique non substitué et à chaîne normale encore inconnu, l'acide caproylacétique. Nous nous proposons de généraliser ces deux réactions; la seconde constitue un procédé de synthèse des acides et éthers β-cétoniques entièrement différent des deux autres méthodes déjà connues, et dont l'une a été indi-

(1) *Comptes rendus*, 1901.

quée il y a quelque temps par M. Bouveault [1], et l'autre tout dernièrement par M. Blaise [2]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide diméthylpyruvique.* Note de M. **A. Wahl**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note précédente, insérée aux *Comptes rendus* (t. CXXXII, p. 416), M. Bouveault et moi avons montré qu'en chauffant à 100° une solution chlorhydrique étendue de l'α-aminodiméthylacrylate d'éthyle, celui-ci est intégralement transformé en un composé dont l'analyse répond à la formule $C^7H^{12}O^3$, en même temps que l'azote est éliminé à l'état de chlorhydrate d'ammoniaque.

$$C^7H^{13}AzO^2 + H^2O + HCl = C^7H^{12}O^3 + AzH^4Cl.$$

» Nous avons montré également que ce composé contient un atome d'oxygène cétonique et que, par saponification, il fournit un acide $C^5H^8O^3$ fondant à 31° dont nous avons décrit l'oxime et la phénylhydrazone, et qui constitue l'acide diméthylpyruvique

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!> CH - CO - COOH$$

inconnu jusque-là.

» Bien que le mode de formation et les propriétés de cet acide diméthylpyruvique ne puissent laisser aucun doute sur sa constitution, les divergences qui existent entre les constantes physiques des dérivés que nous avons préparés et ceux déjà obtenus par MM. Moritz [3], K. Brunner [4] et L. Kohn [5] m'ont engagé à en faire l'étude un peu plus complète et à démontrer d'une manière nette l'exactitude de la constitution que nous lui avons donnée.

» J'ai essayé de préparer la diméthylpyruvamide, afin de la comparer aux produits décrits sous ce nom par Moritz et Brunner et que tous deux obtiennent, quoique avec des points de fusion différant entre eux de 20°, par la saponification du cyanure d'isobutyryle.

---

(1) *Comptes rendus*, 1900.
(2) *Comptes rendus*, 1901.
(3) Moritz, *Chem. Soc.*, t. XIII, p. 1880.
(4) Brunner, *Monatshefte*, t. XV, p. 761.
(5) Kohn, *Monatshefte*, t. XIX, p. 522.

» Pour cela, j'ai fait réagir l'ammoniaque aqueuse concentrée sur l'éther diméthylpyruvique. Le liquide s'échauffe légèrement et l'éther se dissout assez rapidement; au bout de peu de temps, il se dépose des houppes soyeuses de fines aiguilles fondant à 198°, mais qui ne constituent pas l'amide cherchée. Ces cristaux sont solubles dans l'eau, très solubles dans l'alcool, insolubles dans l'éther, peu solubles dans la benzine et le chloroforme. Ils possèdent la composition $C^9H^{18}Az^2O^2$ et sont formés en partant de deux molécules d'acide diméthylpyruvique avec élimination d'une molécule d'acide carbonique qui se retrouve dans les eaux mères,

$$2(C^7H^{12}O^3) + 2\,AzH^3 = 2\,C^2H^6O + CO^2 + C^9H^{18}Az^2O^2.$$

» Ce composé a une réaction neutre en tournesol; je n'ai pas essayé jusqu'ici d'en déterminer la constitution, mais j'ai remarqué qu'il se forme également lorsqu'on chauffe l'aminodiméthylacrylate d'éthyle avec deux fois son poids d'eau à 130°-140° en tube scellé. Après cinq à six heures, en ouvrant le tube, on constate une pression d'acide carbonique en même temps qu'il s'est formé un produit cristallisé en fines aiguilles blanches fondant à 195° et possédant toutes les propriétés du produit résultant de l'action de l'ammoniaque sur l'éther diméthylpyruvique. L'analyse répond à la formule $C^9H^{18}Az^2O^2$. D'ailleurs, il est probable que le mécanisme de la réaction a été le même ici que dans l'autre cas; l'eau, en agissant sur l'aminodiméthylacrylate d'éthyle, l'aura d'abord dédoublé en acide diméthylpyruvique et en ammoniaque qui aura réagi ultérieurement sur cet acide dans le sens que nous avons indiqué plus haut. Nous nous proposons de faire l'étude de cette intéressante substance, afin d'arriver à en déterminer la constitution.

» L'action de l'ammoniaque m'ayant conduit à un résultat inattendu et qui ne semblait pas de nature à pouvoir me donner des renseignements sur la constitution de l'acide diméthylpyruvique, qui faisait l'objet de ces recherches, j'ai essayé d'en opérer le dédoublement en acide carbonique et en aldéhyde isobutylique :

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!CH - CO - COOH = CO^2 + \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!CH - CHO.$$

» Dans ce but, j'ai essayé l'action de l'aniline, qui, ainsi que l'a montré M. Bouveault, fournit avec les acides glyoxyliques les phénylimides correspondantes.

» Mais je n'ai pas constaté de dégagement d'acide carbonique, ce qui montre que la réaction ne se passe pas dans le sens attendu.

» L'acide sulfurique dilué (10 pour 100), qui cependant dédouble à 160° l'acide pyruvique en acétaldéhyde et acide carbonique [1], ne m'a donné

---

[1] Beilstein et Wiegand, *Berichte*, t. XVII, p. 841; 1884.

qu'un produit huileux, coloré en brun, et dans lequel je n'ai pu déceler la présence d'aldéhyde isobutylique. Il s'est sans doute formé des produits de polymérisation de cette aldéhyde.

» Enfin, j'ai fait bouillir une solution aqueuse d'acide diméthylpyruvique avec de l'oxyde d'argent, espérant qu'il y aurait oxydation dans le sens de l'équation

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CH - CO - COOH + O = \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CH - COOH + CO^2$$

et qu'il serait possible d'isoler l'acide isobutyrique formé à l'état de sel d'argent. Mais la liqueur filtrée bouillante laisse déposer par refroidissement de petits cristaux incolores, noircissant à la lumière et qui ne sont autre chose que le *diméthylpyruvate d'argent*.

» L'analyse conduit en effet à la formule $C^5H^7O^3Ag$.

» Ce sel a déjà été préparé et analysé par Brunner, et les propriétés des produits qu'il décrit concordent avec celles du nôtre.

» Voyant qu'il était impossible d'arriver à produire le dédoublememt que je m'étais proposé de faire, j'ai essayé de réduire la fonction cétonique de l'acide diméthylpyruvique en alcool secondaire,

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CH - CO - COOH + H^2 = \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CH - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - COOH,$$

c'est-à-dire en acide α-oxy-isovalérianique.

» J'y ai pleinement réussi en faisant agir l'amalgame de sodium en excès sur l'acide diméthylpyruvique en solution hydroalcoolique.

» La réduction une fois terminée, l'alcool est chassé au bain-marie, le résidu repris par l'eau, acidulé et agité à l'éther à plusieurs reprises. Par évaporation, l'éther laisse déposer de grandes tablettes incolores, fondant à 85° comme l'acide α-oxy-isovalérianique, dont il possède toutes les propriétés.

» L'analyse répond bien à la formule $C^5H^{10}O^3$.

» Cette transformation de notre acide diméthylpyruvique en α-oxyde-isovalérianique en fixe d'une manière certaine et définitive la constitution que nous lui avions assignée dès le début. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'anhydride du prétendu binaphtylène-glycol.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

« En appliquant la réaction de Reimer et Tiemann au β-naphtol, Rousseau a obtenu, outre l'aldéhyde oxynaphtoïque, un glycol auquel il a attribué la formule

$$\begin{array}{l} C^{10}H^6 - C - OH \\ \quad | \qquad\quad \| \\ C^{10}H^6 - C - OH \end{array},$$

une petite quantité de l'anhydride correspondant

$$\left.\begin{array}{l} C^{10}H^6 - C \\ \quad | \qquad\quad \| \\ C^{10}H^6 - C \end{array}\right\rangle O$$

et enfin un monoalcool

$$\begin{array}{l} C^{10}H^6 - CH \\ \quad | \qquad\quad \| \\ C^{10}H^6 - C.OH \end{array}.$$

J'ai démontré dans une récente Communication que ce dernier corps n'est autre chose que le naphtylolnaphtyloxynaphtylméthane

$$OH - C^{10}H^6 - CH\left\langle\begin{array}{l} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{array}\right\rangle O.$$

Je me propose de démontrer aujourd'hui que l'anhydride considéré par Rousseau comme ayant la formule $C^{22}H^{12}O$, ou

$$\left.\begin{array}{l} C^{10}H^6 - C \\ \quad | \qquad\quad \| \\ C^{10}H^6 - C \end{array}\right\rangle O,$$

est identique au dinaphtoxanthène

$$CH^2\left\langle\begin{array}{l} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{array}\right\rangle O.$$

Cet anhydride de Rousseau s'obtient par de nombreux procédés : par les déshydratants sur le glycol; par l'action de l'alcool bouillant sur les éthers bromhydrique, chlorhydrique, sulfurique du glycol, etc. Le procédé le plus

commode pour l'obtenir est l'action de l'alcool bouillant sur l'éther bromhydrique.

» D'après Rousseau, il se formerait seulement l'anhydride et de l'acide bromhydrique

$$\begin{matrix} C^{10}H^6 - CBr \\ | \qquad \| \\ C^{10}H^6 - COH \end{matrix} = HBr + \begin{matrix} C^{10}H^6 - C \\ | \qquad \| \\ C^{10}H^6 - C \end{matrix} \!\!> O.$$

Rousseau a laissé passer inaperçus deux faits très intéressants et n'a pas reconnu la véritable nature de l'anhydride.

» *a.* D'après nos expériences, le brome de l'éther bromhydrique agit sur l'alcool comme s'il était libre en donnant de l'aldéhyde éthylique.

» *b.* L'éther bromhydrique traité par l'alcool bouillant se scinde en deux parties : l'une qui reste en solution dans l'alcool (c'est un dérivé du naphtol qui sera examiné plus tard); l'autre, qui s'en précipite, a seule été remarquée par Rousseau et considérée à tort par lui comme possédant la formule $C^{22}H^{12}O$.

» *c.* Enfin, l'anhydride ne possède pas la formule

$$C^{22}H^{12}O \quad \text{ou} \quad \begin{matrix} C^{10}H^6 - C \\ | \qquad \| \\ C^{10}H^6 - C \end{matrix} \!\!> O, \qquad \text{mais} \quad C^{21}H^{14}O,\ CH^2 \!<\! \begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix} \!>\! O.$$

» L'anhydride de Rousseau n'est autre chose que le dinaphtoxanthène, ainsi que le prouvent l'analyse et l'identité de la forme des cristaux, du point de fusion et du picrate de l'anhydride et du dinaphtoxanthène synthétique.

» Nous avons préparé le dinaphtolméthane par le procédé de Manasse (action de la formaldéhyde sur le β-naphtolate de soude), puis, par l'action de l'oxychlorure de phosphore, nous l'avons transformé en anhydride : le dinaphtoxanthène, par la méthode de Wolff.

» Par plusieurs cristallisations dans le benzène, on a obtenu de belles aiguilles incolores cristallisant en groupes fondant à 201°.

» L'anhydride de Rousseau soumis au même traitement a fourni des aiguilles incolores groupées fondant à 201°.

» Pour mieux identifier les deux corps, nous avons préparé une combinaison picrique. Le dinaphtoxanthène dissous dans le benzène chaud additionné d'acide picrique donne par refroidissement des aiguilles rouge vif fondant en tube étroit à 172°.

» L'anhydride de Rousseau traité de la même façon donne un picrate

identique fondant à 172°. Le dosage de l'azote attribue à ce picrate la formule

$$CH^2\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O + 2C^6H^2(AzO^2)^3.\atop \qquad\qquad\qquad\qquad OH$$

» *En résumé*, l'anhydride de Rousseau est identique au dinaphtoxanthène

$$CH^2\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O.$$

» Dans une prochaine Note nous établirons la véritable nature du binaphtylène-glycol. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des chlorures d'acides sur les éthers-oxydes, en présence du chlorure de zinc*. Note de M. **Marcel Descudé**.

« Lorsqu'on chauffe ensemble du chlorure d'acétyle et de l'oxyde d'éthyle, molécule à molécule, au réfrigérant à reflux, pendant plusieurs heures, on n'observe pas trace de réaction. Il en est de même si l'on prend tout autre éther-oxyde, soit simple, soit mixte. Mais, si l'on vient à ajouter une certaine quantité de chlorure de zinc anhydre, immédiatement il y a dégagement de chaleur et une vive réaction se produit.

» J'ai étudié tout d'abord la réaction avec l'éther ordinaire.

» L'appareil que j'emploie se compose d'un ballon relié à un réfrigérant à reflux; ce dernier est lui-même relié à un serpentin entouré d'un mélange réfrigérant de glace et de sel, et dont l'extrémité plonge dans un petit matras entouré également de glace et de sel.

» Après avoir introduit dans le ballon (au préalable bien desséché) 55gr de *chlorure d'acétyle* pur et 60gr d'*éther anhydre*, j'ajoute 30gr de *chlorure de zinc* fondu et pulvérisé. Aussitôt une vive effervescence se produit, que je dois calmer en plongeant le ballon dans l'eau froide, afin que le liquide ne soit pas entraîné en masse dans le réfrigérant. On règle la température du ballon de façon que le liquide reflue goutte à goutte, en chauffant légèrement au besoin, et on laisse marcher l'opération tant qu'il se condense du liquide dans le matras refroidi. L'opération dure environ quatre heures. Au bout de ce temps on démonte l'appareil.

» Dans le matras il s'est condensé un liquide qui n'est autre que du chlorure d'éthyle souillé d'un peu d'éther et de chlorure d'acétyle entraînés. Après lavage à l'eau très légèrement alcaline et rectification sur

une longue colonne de perles de verre, on recueille environ 30gr de *chlorure d'éthyle*.

» Quant au produit restant dans le ballon, on le traite par un peu d'eau qui dissout le chlorure de zinc. On décante la couche surnageante, que l'on sèche et que l'on distille. On recueille ainsi vers 73° environ 55gr d'*acétate d'éthyle*.

» La réaction s'est donc effectuée suivant la formule remarquablement simple

$$CH^3 - COCl + C^2H^5 - O - C^2H^5 = CH^3 - COOC^2H^5 + C^2H^5Cl,$$

et les rendements sont presque théoriques.

» Il était intéressant de voir ce qui se passerait si l'on opérait avec un éther mixte. C'est ce que j'ai fait.

» J'ai pris de l'*oxyde de méthyle-amyle* que j'ai préparé moi-même et dont je ne me suis servi qu'après m'être assuré de sa pureté par l'analyse :

» J'ai pris 25gr de cet éther et j'y ai ajouté 25gr de chlorure d'acétyle pur (en léger excès), puis 10gr de chlorure de zinc. J'ai chauffé au bain-marie, vers 70°, dans un appareil identique au précédent. Il s'est produit un abondant dégagement gazeux, tandis qu'un peu de chlorure d'acétyle entraîné est venu se condenser dans le matras refroidi.

» Le gaz, ayant été recueilli sur l'eau, s'y dissout peu à peu. Il possède une odeur agréable et brûle avec une flamme bordée de vert. C'est du *chlorure de méthyle*.

» Lorsque le dégagement gazeux a cessé (au bout de quatre heures environ), on constate que le liquide du ballon s'est séparé en deux couches. La couche inférieure, très foncée et visqueuse, contient le chlorure de zinc. Si on la traite par l'eau, il s'en sépare un liquide bouillant vers 137°-138° (acétate d'amyle).

» La couche supérieure étant décantée, lavée à l'eau alcaline, séchée et fractionnée, on recueille :

» 1° Un liquide passant entre 98° et 102°, brûlant avec une flamme bordée de vert, à odeur agréable, plus léger que l'eau, dans laquelle il est insoluble. C'est du *chlorure d'amyle*, ainsi que le montre l'analyse.

» 2° Un liquide incolore, d'odeur agréable, plus léger que l'eau et insoluble dans ce véhicule. Il passe entre 136° et 138°, et a la composition de l'acétate d'amyle.

» Le chlorure de méthyle et l'acétate d'amyle se sont produits d'après la

formule suivante ;

$$CH^3 - COCl + C^5H^{11} - O - CH^3 = CH^3 - Cl + CH^3 - CO - O - C^5H^{11},$$

» Mais il s'est produit en même temps du chlorure d'amyle et de l'*acétate de méthyle* d'après la formule

$$CH^3 - CO\,Cl + C^5H^{11} - O - CH^3 = C^5H^{11} - Cl + CH^3 - CO - O - CH^3.$$

» Ce dernier produit, qui bout à 57°, passe en même temps qu'un peu de chlorure d'acétyle (point d'ébullition : 55°), de sorte que, en distillant le produit brut de la réaction, je n'ai pas pu l'isoler à un état suffisant de pureté pour le soumettre à l'analyse.

» Néanmoins sa formation, qui est corrélative de celle du chlorure d'amyle, n'est pas douteuse.

» Afin de pouvoir affirmer la généralité de cette réaction, je me propose de l'effectuer sur plusieurs autres éthers-oxydes, et je me réserve de poursuivre cette étude, soit en faisant varier la nature du chlorure d'acide, soit en le remplaçant par les anhydrides, soit enfin en substituant aux éthers-oxydes proprement dits les acétals, avec lesquels j'ai déjà obtenu des résultats du même ordre que je ferai connaître prochainement. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la migration des matières ternaires dans les plantes annuelles.* Note de M. G. ANDRÉ.

« J'ai tout récemment appelé l'attention sur les variations que présente, dans une plante annuelle et à diverses périodes de sa végétation, l'azote et les hydrates de carbone solubles dans l'eau. J'examinerai aujourd'hui les variations des hydrates de carbone saccharifiables, de la cellulose insoluble et de la vasculose. Les chiffres relatifs au *Sinapis alba* et au *Lupinus albus* que je discute ci-dessous sont ceux que j'ai insérés dans le Tableau de ma dernière Communication (dans ce Volume, p. 1058).

» I. *Hydrates de carbone saccharifiables par les acides étendus et celluloses insolubles.* — Si la destruction d'une partie de la graisse se fait par combustion respiratoire, une autre s'organise en hydrates de carbone saccharifiables. Ceux-ci, en effet, chez le *Sinapis,* passent de 7,43 pour 100 dans la graine à 13,15 pour 100 dans la plante totale, au bout des vingt-quatre premiers jours de végétation, alors que la cellulose insoluble augmente peu. La racine, dès le début de la floraison, atteint presque son maximum en hy-

drates de carbone saccharifiables (22,79 pour 100 de la matière dégraissée). Ce chiffre est de 25,74 à la fin de la floraison, soit le quart de la substance sèche. Chez le *Lupin*, la racine contient déjà, un peu avant la floraison, une dose très élevée d'hydrates de carbone saccharifiables (18,09 pour 100), laquelle atteint 23,29 au moment de la maturation des gousses, soit le quart environ de la matière sèche, comme dans le cas du *Sinapis*. Les hydrates de carbone saccharifiables contenus dans la tige du *Sinapis* passent de 14,69 pour 100 (début de la floraison) à 22,21, puis à 26,27 à la fin de la floraison. La cellulose insoluble, dans le même organe, augmente moins vite. Au début de la floraison, elle représente 16,10 pour 100 de la matière sèche et dégraissée et 23,14 à la fin de la floraison. Chez le *Lupin*, les hydrates de carbone saccharifiables restent stationnaires avec un taux de 21 à 22 pour 100. Dans les feuilles du *Sinapis*, ces hydrates de carbone sont moins abondants au début de la floraison que dans la tige et surtout dans la racine. On peut expliquer ce fait en remarquant que, la feuille étant le lieu principal de l'élaboration des albuminoïdes destinés ultérieurement à la graine, albuminoïdes dont l'azote provient ici des nitrates puisés dans le sol, il est nécessaire qu'une matière hydrocarbonée facilement déplaçable intervienne dans cette formation : tel serait le rôle des hydrates de carbone saccharifiables. Ceci semble d'autant plus vraisemblable que, au moment de la floraison, la dose de l'azote total étant très élevée dans les feuilles (4,08 pour 100), les hydrates de carbone saccharifiables ne figurent dans ces organes que pour 0,78 pour 100. Ce qui caractérise le *Sinapis*, plante à végétation très rapide, c'est la migration abondante des albuminoïdes de la feuille vers l'ovule fécondé : telle est la cause de la chute des feuilles. Je n'ai pu, à la fin de la floraison, en récolter une quantité suffisante pour l'examiner. Dans les inflorescences, au moment de la floraison complète, on trouve la teneur considérable de 4,94 pour 100 d'azote total avec 12,02 pour 100 d'hydrates de carbone saccharifiables. A la fin de la floraison, la proportion centésimale de l'azote a diminué dans les fruits, par suite de l'augmentation des matières ternaires (matières grasses = 9,75 pour 100, hydrates de carbone saccharifiables = 22,65 pour 100). Ces derniers sont destinés sans doute, en passant transitoirement par l'état de sucres solubles, à fournir aux graines, pendant la maturation, la majeure partie de leur matière grasse. Si nous examinons ce qui se passe chez le *Lupin*, nous trouvons que, dans la feuille, la proportion centésimale des hydrates de carbone saccharifiables diminue d'une façon régulière comme chez le *Sinapis*. Toutefois, cette proportion

centésimale est beaucoup plus forte que chez cette dernière plante. Au début de la floraison, au moment de la maturation ensuite, la proportion des hydrates de carbone saccharifiables est très élevée dans les inflorescences, puis dans les fruits (22,63 et 22,42 pour 100). Ce dernier chiffre est également atteint par les fruits du *Sinapis*. La maturation est plus lente chez le *Lupin* que chez le *Sinapis;* ses feuilles persistent jusqu'à la fin, et les différentes parties du végétal, racines, tiges, feuilles, pendant cette période, conservent encore une notable quantité de principes albuminoïdes. La nutrition presque exclusive de cette plante aux dépens de l'azote gazeux de l'air la différencie nettement du *Sinapis*.

» II. *Vasculose*. — Il est un produit intéressant à étudier qui reste après épuisement de la matière végétale successivement par l'éther de pétrole, l'alcool étendu, les acides dilués à chaud, le réactif de Schweizer. Si l'on traite à froid ce résidu insoluble par un mélange d'acides sulfurique et chlorhydrique ($SO^4H^2 = 53^{cc}$, $H^2O = 25^{cc}$, $HCl = 23^{cc}$), lequel dissout bien la cellulose, puis qu'après un contact de vingt-quatre heures on étende d'eau et qu'on fasse bouillir, on enlève encore un peu de cellulose (paracellulose de Frémy?), que ce traitement convertit en sucre réducteur. J'ai trouvé au résidu insoluble définitif, dans lequel il ne reste presque plus d'azote, mais qui contient encore un peu de cendres, la composition centésimale suivante : C = 60,28, H = 5,80 pour 100. Frémy attribue au corps nommé par lui *vasculose* la composition C = 59,34, H = 5,49. Les nombreuses analyses que j'ai effectuées fournissent des chiffres très voisins de ceux dont je viens de parler. Parfois la teneur en carbone est un peu plus élevée et le corps se rapproche de celui désigné par Frémy sous le nom de *vasculose déshydratée*. Jusqu'à quel point cette matière diffère-t-elle de celle décrite par Lange sous le nom de *lignine* (*Zeits. physiol. Chemie*, t. XIV, p. 15, 1890)? C'est ce qu'il est difficile de dire actuellement, et je laisse provisoirement la question de côté. Vasculose ou lignine, ces deux substances sont évidemment des composés très complexes. La lignine de Lange possède une teneur en carbone qui varie de 59 à 61 pour 100.

» Quoi qu'il en soit, les variations quantitatives de cette vasculose ont été les suivantes chez le *Sinapis*. Elle est nulle ou à peu près dans les graines. Peu considérable au début de la végétation, elle augmente ensuite progressivement dans toutes les parties de la plante. Là où l'azote et, par conséquent, les albuminoïdes sont abondants, elle est peu abondante, et inversement. Au début de la floraison, elle est maxima dans la racine (13,39 pour 100), minima dans la feuille. Dans la tige, elle représente, au début de la floraison, 4,12 pour 100 et s'élève, en pleine floraison, à 15,97 pour 100. A la fin de la floraison, elle atteint 20,55. Les feuilles en contiennent peu, les fruits

davantage, presque exclusivement dans leur enveloppe. Cette matière est, on le sait, très résistante aux agents atmosphériques et microbiens. Après la mort du végétal, c'est elle qui constitue, par suite de cette résistance, la majeure partie des produits humiques du sol. D'ailleurs sa composition centésimale la rapproche beaucoup de celle des matières humiques proprement dites : c'est une sorte de résidu de la vie végétale ; elle prend vraisemblablement naissance aux dépens des celluloses par perte graduelle de gaz carbonique. Remarquons que, là où les hydrates de carbone saccharifiables et la vasculose existent en faible quantité, les albuminoïdes sont, au contraire, abondants. Les hydrates de carbone saccharifiables semblent servir principalement à la production des albuminoïdes et non à la formation de la vasculose. Cette vasculose ou, du moins, une substance très voisine se rencontre en fortes proportions dans les bourgeons de marronnier non encore développés dont j'ai fait une étude antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 1222 ; 1900). Elle diminue sensiblement à mesure que le bourgeon se développe ; je reviendrai sur ces faits. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'évolution des œufs immaturés de* Rana fusca. Note de M. E. **Bataillon**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« Mes expériences de cette année ayant été commencées de très bonne heure ; il m'est arrivé de sacrifier des femelles dès le début de l'accouplement, à une époque où beaucoup d'œufs étaient encore répandus dans la cavité générale. Une partie seulement du matériel était descendue dans les dilatations utérines.

» Dans une première opération, ce matériel, correspondant aux $\frac{2}{3}$ environ du stock complet, fut fécondé.

» La segmentation montra quelques irrégularités ; mais, la plupart des ébauches évoluant suivant le type normal, mon attention ne fut mise en éveil que vers l'éclosion. Certains œufs, en apparence non développés et dont le volume exagéré semblait correspondre à une dilatation passive, *exécutaient dans leur coque des mouvements réguliers et très actifs*.

» Un examen attentif me révéla une morphologie assez précise, quoique rudimentaire : le pôle supérieur est en quelque sorte froncé ; à part ce détail, l'ébauche à peu près sphérique porte simplement, vers la région du blastopore, un prolongement cylindrique grêle, plus ou moins allongé suivant les cas. Ce prolongement a des mouvements propres. Quant à l'ensemble, *il tourne régulièrement autour de l'axe animal-végétatif*. J'ai pu suivre les variations de ces mouvements avec la température.

» L'étude anatomique révèle une *véritable ébauche ayant la structure blastulaire*. Le revêtement ectodermique est complet et s'étend sur le prolongement cylindrique. Au-dessous d'une vaste cavité de segmentation, on aperçoit l'amoncellement des cellules vitellines qui s'engage dans l'axe du prolongement. *Pas trace d'invagination*. Ces ébauches, *mobiles* au stade où les témoins développent leurs branchies externes,

apparaissent au premier abord comme de *véritables monstres anides* (leur résistance ne dépasse guère 48^h après le début du mouvement).

» Cette expérience fut reprise avec des grenouilles où la masse des œufs utérins représentait à peine la moitié du stock complet. Les résultats furent plus curieux encore.

» Les apparences extérieures de segmentation sont nulles ou presque nulles (traces très irrégulières et très fugaces). Le pôle inférieur ne montre jamais le moindre sillon. Du reste, cette fécondité ne donne pas *une seule larve normale.*

» Je fixe, le lendemain, des œufs en apparence indivis; j'en fixe encore au bout de quatre jours, à l'âge où le mouvement était apparu chez les anides de ma première opération. Aucun de ces œufs n'est mobile. On va voir que *ce ne sont pas des œufs, mais encore des ébauches.*

» Celles de vingt-quatre heures présentent deux cas bien distincts :

» Premier cas. — *Segmentation limitée à l'hémisphère animal. Belle cavité de segmentation. Au pôle inférieur, divisions nucléaires sans cloisonnements cellulaires (figures de karyokinèse régulières).*

» Second cas. — *Les cloisonnements cellulaires font totalement défaut. Les noyaux sont nombreux. Leurs divisions montrent des filaments chromatiques éparpillés, quoique certains fuseaux apparaissent nettement. Autant qu'on en peut juger avec l'encombrement vitellin, il y a là des figures pluripolaires.*

» Les éléments se cloisonnent-ils par la suite? C'est possible. En tout cas, voici ce que montrent les œufs du quatrième jour.

» *La segmentation reste limitée exclusivement au pôle supérieur, dont les éléments sont devenus beaucoup plus petits. Le pôle végétatif est resté indivis.*

» L'évolution va donc moins loin que dans ma première opération : pas de mouvements, pas de prolongement blastoporique. Mais le pôle animal est froncé, exactement comme chez les anides mobiles.

» Les œufs de la cavité générale et ceux de l'oviducte n'ayant rien fourni de comparable, tenons-nous-en là pour les faits.

» *Je considère ces évolutions troublées comme formant une série régulière.* La dilatation considérable des œufs ovariens jetés dans l'eau me portait déjà, l'an dernier (*Arch. f. Entwick. Mech.*, t. XI, fasc. I), à leur attribuer une pression osmotique supérieure à celle de l'œuf mûr. L'évolution des œufs immaturés révèle le même caractère, et ma deuxième série d'expériences paraît surtout significative.

» Tous les biologistes (Loeb, Hertwig, Norman, Morgan, etc.) relèvent comme action des solutions déshydratantes *la division nucléaire se poursuivant sans cloisonnements cellulaires.* Or, je trouve dans mon cas tous les in-

termédiaires désirables. La segmentation extérieure n'apparaît pour ainsi dire pas. Quand le cloisonnement se produit, il est tardif et limité au pôle supérieur, le moins encombré de réserves; mais la karyokinèse se poursuit *seule* au pôle végétatif. Les conditions extrêmes sont réalisées quand tout cloisonnement fait défaut et quand on observe les karyokinèses anormales. *C'est l'application stricte du principe de Norman, pour qui l'action des solutions est successive, portant sur le plasma d'abord, puis sur le noyau et, en dernier lieu, sur les centres.*

» Il est donc permis de supposer, dans la maturation de l'œuf, des oscillations de pression osmotique, oscillations dont l'origine reste à préciser dans un travail plus complet.

» Mais comment les anides mobiles rentrent-ils dans la même série?

» Ils répondent à la condition minima. L'obstacle physique ne se révèle ici qu'à la gastrulation.

» Insuffisant pour troubler la marche de la segmentation, il s'oppose aux plissements internes. Au lieu d'une invagination, nous avons une évagination vers le blastopore. Il est intéressant de rappeler que les solutions salines ont précisément fourni à Herlert le même résultat chez les Oursins. *Morphologiquement, les monstres anides que j'ai décrits sont comparables aux larves lithiques : ce sont des* Exogastrulas. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement de la Sole au laboratoire de Concarneau.* Note de MM. FABRE-DOMERGUE et EUGÈNE BIÉTRIX.

« Le développement en aquarium des poissons marins, de l'œuf à la forme adulte, n'a pu être obtenu jusqu'ici que pour un très petit nombre d'espèces (*Hareng*, Meyer. *Cotte*, Fabre-Domergue et Biétrix. *Plie*, Dannevig. *Blennius*, Garstang). Certaines de ces espèces avaient peu d'importance au point de vue pratique, et, parmi les plus intéressantes, la Sole s'était toujours dérobée aux tentatives effectuées pour en assurer l'élevage. Tous ceux, en effet, qui se sont occupés de cette importante espèce n'ont pu la conduire au delà du sixième ou du huitième jour après l'éclosion, ni, par conséquent, lui faire franchir la période critique postlarvaire signalée par nous comme le principal écueil de la pisciculture marine.

» Utilisant, d'une part, le principe, maintenant bien établi, de la nécessité absolue d'une alimentation antérieure à la résorption du vitellus et,

d'autre part, la méthode de l'agitation, heureusement mise en pratique par M. Garstang, nous sommes parvenus à obtenir pour la Sole ce qui avait été réalisé pour les quatre espèces énumérées plus haut.

» N'ayant pas d'animaux reproducteurs à notre disposition, nous nous sommes servis, pour nos études, d'œufs recueillis au moyen du filet pélagique et, bien que ceux-ci soient relativement rares, nous avons pu en réunir cent cinquante environ, de mi-février à fin mars. Une seule pêche nous en a fourni jusqu'à cinquante-deux.

» Mises, dès l'éclosion, en présence d'une nourriture variée consistant, soit en organismes verts ([1]), soit en plankton, nos larves de Soles ont commencé à manger alors que leur réserve vitelline était loin d'être épuisée. Peu de jours après la disparition de celle-ci, on a pu constater qu'elles recherchaient de préférence des proies d'un certain volume, telles que larves de Sprats, de Flets, de Targeurs, de Motelles, voire même d'individus de leur propre espèce presque aussi volumineux qu'elles-mêmes. D'une vigueur très grande, d'une voracité extrême, les jeunes Soles chassent d'une façon constante et ne restent jamais l'estomac vide. Elles se comportent ainsi pendant toute la durée de la vie pélagique. Cette phase peut être évaluée, comme l'avait pressenti M. Cunningham, à une durée de six à huit semaines, et, pendant tout ce temps, l'alevin demeure parfaitement symétrique, bien que, par l'accroissement de sa taille, par l'accentuation de ses caractères anatomiques et par le développement de sa pigmentation, il perde peu à peu son aspect primitif. On le voit alors, assez fortement courbé en S, nager dans la masse de l'eau, faisant parfois tête au courant, mais tournant le plus souvent autour d'une proie qu'il convoite et sur laquelle il se jette par une sorte de mouvement de détente excessivement rapide. L'alevin de Sole atteint ainsi une longueur de 10^{mm} à 11^{mm}.

» La migration de l'œil constitue le phénomène le plus saillant de la métamorphose qu'il subit alors et s'accompagne de toutes les modifications qui donnent à l'individu le caractère pleuronecte. Le phénomène a lieu rapidement et, en très peu de jours, le jeune poisson revêtant la forme de l'adulte en adopte aussi les mœurs. Il quitte la masse de l'eau pour gagner le fond ou les parois de son aquarium et, dès ce moment, son alimentation change complètement. Cessant de donner la chasse aux poissons larvaires, il s'attaque de préférence aux Copépodes et aux petites Annélides qu'il rencontre dans les sédiments où il repose, sans dédaigner pour cela à l'occasion les filaments de conferves et autres proies d'origine végétale.

» Dans ces conditions, et nonobstant le déchet résultant des prélèvements faits pour nos observations, aussi bien que des ravages exercés par

---

([1]) Ces organismes, flagellés verts d'espèce indéterminée, provenaient des marais salants du Croisic où on les trouve parfois en grande abondance. Ils nous étaient régulièrement expédiés par M. P. Bachelier que nous sommes heureux de remercier ici de son aimable persévérance à nous venir en aide.

les alevins sur leurs propres congénères, nous avons obtenu une survie d'un peu plus de 50 pour 100. Les individus provenant de cet essai ont atteint actuellement (1er mai) une taille maxima de 35^{mm} et vivent dans un aquarium à eau courante où leur accroissement, favorisé par une nourriture abondante, s'effectue rapidement.

» Ces faits nous autorisent dès maintenant à envisager la possibilité d'une culture industrielle de la Sole, soit en vue de l'exploitation privée, soit pour le repeuplement des eaux libres. On sait, en effet, que la Sole pond normalement en aquarium des œufs féconds (Butler) et qu'il suffit de réunir un petit nombre de reproducteurs dans un espace relativement restreint pour être sûr de récolter journellement une masse d'œufs répondant aux besoins de l'élevage le plus intensif. En suivant la méthode expérimentée ci-dessus, on peut conduire les jeunes Soles à telle taille que l'on désire, et leur accroissement ne se trouve plus subordonné qu'à l'abondance de leur alimentation.

» Peut-être est-il permis d'espérer que quelques centaines de mille de jeunes Soles ainsi poussées jusqu'à la forme pleuronecte, semées dans une baie sablonneuse et bien défendues contre la barbare destruction de la senne, contribueront plus à l'enrichissement d'une région de pêche que des millions de larves vouées à la mort par le seul fait de leur trop longue stabulation en état de diète dans les appareils d'élevage. L'expérience est désormais réalisable et donnera assez promptement la mesure des espérances que l'on avait un peu prématurément fondées sur le repeuplement des mers par la Pisciculture marine. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'assimilation chlorophyllienne réalisée en dehors de l'organisme vivant.* Note de M. **Jean Friedel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Tous les physiologistes admettent actuellement que trois conditions sont nécessaires pour produire, dans le végétal, sous l'influence de la chlorophylle, l'assimilation du carbone, qui se manifeste par l'absorption de gaz carbonique et le dégagement d'oxygène.

» Ces trois conditions sont :

» 1° La présence de la chlorophylle dans l'organisme;

» 2° L'existence du protoplasma vivant au contact de la chlorophylle;

» 3° L'influence des radiations lumineuses.

» Les diverses tentatives qui ont été faites pour provoquer artificielle-

ment l'assimilation chlorophyllienne n'ont donné jusqu'ici que des résultats négatifs.

» Je suis parvenu, de la manière suivante, à réaliser le phénomène en dehors de l'organisme vivant. D'une part, j'extrais des feuilles les substances solubles dans l'eau glycérinée; d'autre part, j'obtiens une poudre verte en portant les mêmes feuilles à une température supérieure à 100°.

» Pris isolément, ni l'extrait de la feuille ni la poudre chlorophyllienne ne produisent d'assimilation. Si, au contraire, on mélange intimement ces deux substances et si l'on expose le tout à la lumière, on voit se manifester nettement un dégagement d'oxygène et une absorption corrélative de gaz carbonique, de telle sorte que le rapport des volumes des gaz échangés est voisin de l'unité. Les échanges gazeux se produisent donc dans ces conditions artificielles de synthèse exactement comme dans une feuille vivante.

» Des feuilles d'Epinard ont été comprimées sous une presse avec de la glycérine. Le liquide obtenu a d'abord été filtré sur papier pour enlever les débris de feuilles, puis dans une bougie Chamberland neuve et recueilli ensuite aseptiquement. Ce liquide est très limpide, présente une couleur jaune et renferme, sans aucune trace de cellules, ni même de débris protoplasmiques, les substances solubles de la feuille, entre autres les diastases. Si le liquide est placé dans une éprouvette retournée sur le mercure et contenant de l'air enrichi de gaz carbonique, on ne constate jamais d'assimilation, ni à l'obscurité, ni à la lumière.

» Des feuilles de la même espèce ont été desséchées à plus de 100° au four à flamber. J'ai obtenu ainsi une poudre verte dans laquelle la chlorophylle n'était pas décomposée et qui ne contenait ni matière vivante, ni diastases pouvant intervenir dans le phénomène. Cette poudre verte, mise dans la glycérine, ne produit d'assimilation ni à l'obscurité, ni à la lumière.

» Ainsi donc, ni le liquide seul, ni la poudre verte seule ne donnent d'assimilation. Mais, si l'on réunit les deux substances et qu'on soumette le mélange à l'influence des radiations lumineuses, *il se produit une assimilation manifeste*.

» Voici quelques résultats numériques pour deux expériences faites dans ces conditions :

		Échanges gazeux provenant de l'assimilation totale.	Rapport entre l'oxygène dégagé et le gaz carbonique absorbé.
27 mars. Durée : 4^h5^m.	O dégagé............	3,22	0,98
Lumière diffuse.	CO^2 absorbé..........	3,29	»
30 mars. Durée : 1^h55^m.	O dégagé.............	2,41	1,08
Éclairement intense.	CO^2 absorbé..........	2,39	»

» Ces chiffres ont été obtenus en tenant compte des phénomènes accessoires de dissolution et autres que révèle l'expérience faite à l'obscurité avec le même liquide additionné de la même poudre verte.

» Remarquons, d'ailleurs, qu'une solution alcoolique de chlorophylle, exposée au soleil, n'assimile pas; une partie du gaz carbonique se dissout, mais la dissolution est sensiblement la même que dans l'alcool pur.

» J'ai pu réaliser la synthèse de l'action chlorophyllienne, en dehors de l'organisme, par un procédé un peu différent. Si l'on traite par l'alcool l'extrait glycériné dont j'ai parlé plus haut, on obtient un précipité qui, repris par l'eau et additionné de chlorophylle, manifeste le phénomène d'assimilation.

» *Exemples :*

		Échanges gazeux provenant de l'assimilation.	Rapport entre l'oxygène dégagé et le gaz carbonique absorbé.
2 avril. Durée : $5^h 40^m$.	O dégagé.....	6,72	0,98
Éclairement intense.	CO^2 absorbé...	6,77	
25 avril. Durée : $1^h 20^m$.	O dégagé.....	3,31	1,05
Éclairement intense.	CO^2 absorbé...	3,15	

» Le liquide porté à l'ébullition ne donne plus aucune trace du phénomène.

» Ces divers résultats conduisent à supposer que *l'assimilation chlorophyllienne est accomplie sans intervention de la matière vivante, par une diastase qui utilise l'énergie des rayons solaires*, la chlorophylle fonctionnant comme sensibilisateur. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur les mouvements du sol et la formation des vallées en Valachie.* Note de M. E. DE MARTONNE, présentée par M. de Lapparent.

« Dans une Note précédente sur l'Histoire de la vallée du Jiu (4 décembre 1899), j'ai appelé l'attention sur une série de dépressions dites *dépressions subkarpatiques* qui longent le pied des Karpates en Valachie, et sur leur rôle dans la formation des vallées transversales qui traversent la chaîne de part en part. J'ai émis l'hypothèse que ces dépressions étaient d'origine tectonique. Depuis j'ai pu observer des faits qui confirment cette manière de voir.

» L'étude de la dépression de Tismana m'a montré que le rebord nord en est formé par les calcaires jurassiques qui s'étendent en lambeaux de plus en plus cohérents du Jiu jusqu'à Orsova, et reposent ici sur le granite en pendant vers le sud-est. Sur ce calcaire s'appuient des conglomérats tortoniens pendant vers l'est-sud-est à Sovarna et des marnes sarmatiques. Les mêmes marnes reparaissent sur le flanc sud de la dépression, où j'ai pu observer leur pendage vers le nord-ouest. Elles forment le rebord méridional de toutes les dépressions subkarpatiques de l'Oltenie, et affleurent partout où l'érosion a entaillé assez profondément les terrasses, recouvertes de cailloutis probablement pliocéniques, qui les séparent. Au sud de Novaci on les trouve plissées et pendant vers le nord.

» Les dépressions subkarpatiques sont surtout bien marquées à l'ouest de l'Oltu. C'est là qu'elles sont le plus profondes, le plus larges et le plus distinctes les unes des autres. On les retrouve à l'est de l'Oltu limitées au sud par des crêtes élevées telles que Magura Platiorului, où les couches pendent vers le nord, de moins en moins profondes et de moins en moins individualisées. A l'est de la Prahova elles disparaissent, et le bord des Karpates est marqué par une série d'îlots tertiaires surgissant de la terrasse diluviale et probablement d'origine tectonique. Enfin, à partir d'Urlatzi les Karpates se terminent par un abrupt continu, formant falaise au-dessus de la terrasse diluviale.

» Si l'on considère les dépressions subkarpatiques comme dues aux phénomènes de tassement dont la périphérie des grandes chaînes plissées est généralement le théâtre après la période de soulèvement, les faits ci-dessus exposés semblent montrer que l'affaissement aurait été, dans la Valachie occidentale, localisé tout à fait au bord du massif cristallin des Hautes Karpates, tandis que, dans la Valachie orientale, il aurait affecté toute la bordure karpatique. Il semble que cet affaissement ait atteint son maximum le long d'un axe passant par Buzen et Galatz normalement à la courbure des Karpates et coïncidant avec la principale région séismique de la Roumanie.

» Cette hypothèse explique et permet de grouper un grand nombre de faits relatifs à la formation des vallées valaques et même de la vallée danubienne. Elle explique le contraste de la vallée du Buzen avec les autres vallées transversales, sa largeur, son fond qui semble un golfe de la terrasse diluviale pénétrant à l'intérieur de la montagne et où le lit même de la rivière n'entame la roche en place qu'en deux ou trois points. Elle rend

compte de l'hydrographie de la terrasse diluviale de Buzen-Jalomitza, où les vallées sont à peine entaillées de quelques mètres, où les lacs à fond plat se multiplient, alignés souvent en chapelets au fond d'anciennes vallées fluviales, tombées à la dernière décrépitude par suite d'un affaissement général qui paralyse l'érosion.

» Les lacs danubiens résultent en partie de cet affaissement. Ces lacs peuvent se diviser en deux catégories : les uns sont d'anciens bras morts, présentant tous les stades de l'évolution de la pièce d'eau en fer à cheval jusqu'à la lagune presque ronde et sans berges sensibles; les autres, le plus souvent allongés presque perpendiculairement au cours du Danube et s'effilant vers l'amont, ont une origine assez semblable à celle des limans, ce qui pourrait leur faire donner le nom de *limans fluviatiles*. Ils occupent le débouché de vallées tombées en dégénérescence par suite de l'affaissement général et barrées par les alluvions du grand fleuve que l'érosion d'une rivière en décrépitude est impuissante à balayer. Tels sont les lacs Suhaia, Boiana, Ostrovu, Oltina. Le lac de Calarasi a une origine mixte.

» Par rapport à cette région d'affaissement, la Valachie occidentale représente une région de soulèvement ou de stabilité relative. Plus on va vers l'ouest, plus les grandes vallées se montrent entaillées profondément. A Bucarest, la Dimbovitza est encaissée de 40^m dans le diluvium, l'Oltu à Platina de 100^m, le Jiu à Craïova de 200^m; enfin la vallée danubienne entre Turnu Severinu et Calafat entaille de près de 300^m les couches tertiaires. Dans cette partie de son cours, le Danube, au lieu de déposer comme dans la Valachie orientale, déblaie et charrie. C'est un agent d'érosion en pleine activité, et les îles qu'on y remarque ne sont que la trace d'un balancement du courant principal se déplaçant d'une rive à l'autre de façon à creuser une vallée aussi large que possible. Pour le moment le recul a lieu vers l'ouest partout où, la rivière faisant un coude, l'affouillement de la rive concave fait s'ébouler les sables fins qui constituent le pied de la falaise, reposant sur les argiles sarmatiques qui affleurent au niveau des basses eaux. Nulle part le fait n'est plus sensible qu'à Hinova.

» De Severinu à Calafat, on trouve tous les stades intermédiaires jusqu'au comblement du bras oriental et à son remplacement définitif par un bras situé plus à l'ouest. J'ai même pu retrouver, à l'est de la vallée actuelle, les vestiges d'une ancienne boucle à rayon de courbure plus grand que celui des boucles actuelles et correspondant à une période où l'érosion du fleuve était encore plus active. La falaise de la rive concave, formée par les mêmes sables, est bien conservée, le pied en est longé par des

marécages en partie drainés par la Blaknitza, et l'ancienne rive convexe est la plaine de Flaminda, où les marécages alternent avec les dunes récentes. Un stade plus avancé encore d'évolution est celui où le drainage de la région a été complètement régularisé, une rivière suivant le pied de l'ancien escarpement de la rive concave; telle la Drincea, en amont de Recea. Le point de départ de l'évolution est le même que pour les lacs du bas Danube, mais d'un côté l'on est dans une région d'affaissement où les dépôts s'accumulent et les eaux s'étalent, de l'autre on est dans une région où l'érosion est assez intense pour arriver à drainer et nettoyer le pays.

» *En résumé*, on voit que les mouvements du sol en Valachie accusent une tendance générale à l'affaissement, comme dans le bassin Pannonique. Mais cet affaissement atteint son maximum d'amplitude et d'extension dans la région limitrophe de la Moldavie, tandis qu'à l'ouest de l'Oltu il était localisé à la bordure du massif cristallin et compensé probablement par un soulèvement d'une partie de l'Oltenie tertiaire. Toute l'histoire du bas Danube et des vallées valaques est en liaison intime avec ce processus, qui se continue peut-être encore à l'heure actuelle. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *La loi de l'excitation électrique des nerfs*. Note de M. GEORGES WEISS, présentée par M. Marey.

« J'ai montré dans la Communication précédente que les excitations électriques de même durée nécessitaient, pour arriver au seuil de l'excitation, la mise en jeu de quantités d'électricité égales.

» Considérons maintenant des excitations de durée variable, la quantité d'électricité nécessaire pour arriver au seuil de l'excitation est alors représentée par la formule $Q = a + bt$.

» Je ne citerai la série suivante que pour donner une idée du degré de précision de cette loi.

Durée de l'excitation.	Quantité déterminée expérimentalement.	Quantité calculée par $Q = 635 + 41t$.
6	882	881
8	992	963
10	1100	1045
12	1134	1127
16	1304	1291
20	1460	1455
30	1860	1865
40	2280	2275

» Tout se passe comme si l'excitation nécessitait une quantité d'électricité déterminée a, et que pendant la décharge il se produise un phénomène inverse, à combattre d'une façon continue.

» En employant les expressions de Hering, on pourrait dire :

» *Pour produire la désassimilation nécessaire à l'excitation, il faut dépenser une quantité déterminée d'électricité a, mais pendant cette opération il se produit continuellement une assimilation qu'il faut neutraliser par une dépense d'électricité égale à b par unité de temps.*

» J'ai encore cherché à vérifier cette loi en en tirant des conséquences que je pouvais soumettre au contrôle de l'expérience.

» Ainsi je prends deux ondes égales successives, de longueur constante m, séparées par un intervalle de longueur d que je ferai varier. Pour que l'ensemble de ces deux ondes produise le même effet qu'une onde unique de longueur $2m+d$, la première combinaison doit mettre en jeu la même quantité d'électricité que la seconde, d'après ma Communication précédente. Donc, la résistance du circuit restant constante, les voltages devront satisfaire à l'égalité

$$V' \times 2m = V(2m+d)$$

ou

$$(1) \qquad 2m(V'-V) = Vd.$$

» Mais, d'après la loi que je formule aujourd'hui, on doit avoir

$$V(2m+d) = a + b(2m+d)$$

ou

$$V = \frac{a}{(2m+d)} + b,$$

c'est-à-dire, en portant cette valeur de V dans le second membre de (1),

$$V' - V = \frac{d}{2m}\left(b + \frac{a}{2m+d}\right).$$

» Cette formule permet de calculer les augmentations de voltage nécessaires pour rester au seuil de l'excitation quand on écarte de plus en plus l'une de l'autre deux ondes égales.

» J'ai comparé les résultats ainsi calculés à ceux que me donne l'expérience.

Distance des ondes d.	V'—V calculé.	V'—V mesuré.	
		1re Exp.	2e Exp.
0..........	»	»	»
5..........	11	10	11
10..........	20	18	19
15..........	27	25	24

» Enfin Hoorweg a donné une formule empirique à laquelle doivent satisfaire le voltage, la capacité et la résistance pour que la décharge des divers condensateurs produise l'excitation minima suffisante. Cette formule est $V = \frac{\alpha}{C} + \beta R$. Or je prends ma formule générale $Q = a + bt$. Dans le cas des condensateurs on a $Q = CV$. Pour que la décharge soit terminée, c'est-à-dire que le voltage soit tombé à une fraction donnée de sa valeur primitive, il faut $t = K.RC$. En portant ces valeurs dans ma formule on a

$$CV = a + bK.RC$$

ou

$$V = \frac{a}{C} + bK.R$$

qui est la formule empirique de Hoorweg.

» Il est donc démontré que la loi de l'excitation électrique des nerfs peut se formuler de la façon suivante :

» *Pour qu'une excitation électrique de durée t, portée sur un nerf, soit suffisante, il faut et il suffit qu'elle mette en jeu une quantité d'électricité donnée par la formule* $Q = a + bt$, a et b *étant deux coefficients dépendant du nerf et de la distance des électrodes.* »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur l'injection de sang et de sérum néphrotoxiques au chien.* Note de M. **Bierry**, présentée par M. Roux.

« Lindemann [1] injecte aux cobayes une émulsion de reins de lapin. Le sérum des cobayes ainsi traités, injecté au lapin, produit une néphrite caractérisée par le passage d'albumine dans l'urine et par des lésions du

[1] *Annales de l'Institut Pasteur*, février 1900.

rein. Ces résultats ont été confirmés par Néfédieff ([1]) dans le laboratoire de M. Metchnikoff. Cette albuminurie, dans la plupart des cas, n'est que légère et transitoire. Nous avons repris ces expériences au mois de novembre 1900.

» Des reins de chien sont broyés aseptiquement et injectés dans la cavité péritonéale des lapins. Après injection, répétée cinq fois, nous recueillons du sang de lapin qui est néphrotoxique pour le chien. L'étude de ce sang néphrotoxique nous a donné les résultats suivants : injecté à raison de 20^{cc} à 30^{cc} à un chien de 10^{kg} à 12^{kg} dans la saphène, ce sang difibriné amène une élimination intense de l'albumine par les urines. Dans certaines expériences, le chien succombe au bout de quatre jours; dans d'autres, l'animal survit, et l'étude de ses urines nous montre que : 1° les albuminoïdes (globuline et albumine) dosés par pesée atteignent $5^{gr},70$ par litre au dixième jour et $6^{gr},80$ au quinzième; 2° le coefficient azoturique $\frac{\text{azote urée}}{\text{azote total}}$, qui était de 0,87 avant l'injection, tombe à 0,80, puis à 0,75. La présence du sucre dans l'urine ne put jamais être décelée ni par la liqueur de Fehling, ni par l'acétate de phénylhydrazine. A l'examen microscopique, la substance corticale se montrait sillonnée de raies rouges. L'examen microscopique donnera lieu à une Communication ultérieure.

» On sait que Lindemann ([2]) produisant une néphrite chez le chien par injection de chromate de potassium a constaté que le sérum d'un de ces chiens devient néphrotoxique pour un chien neuf. Nous nous sommes demandé si le sang ou le sérum de nos chiens, rendus néphritiques par une injection de sang néphrotoxique de lapin, pourrait, comme dans les expériences de Lindemann, reproduire une néphrite chez un chien neuf. Les expériences entreprises à ce sujet donnèrent un résultat positif.

» Un chien A est rendu néphritique par injection intraveineuse de sang néphrotoxique de lapin. Le sang ou le sérum de ce chien A, injecté à un chien B, donne à celui-ci de l'albuminurie. Le sang de ce chien B, injecté à son tour à un troisième C, produit chez ce dernier les mêmes accidents. Il semble donc qu'on puisse ainsi transmettre les lésions rénales à une série de chiens neufs d'une manière indéfinie.

» L'action s'est manifestée de deux façons très différentes : ou bien elle était instantanée, et l'albumine, considérable au début, allait en décroissant sans pourtant disparaître tout à fait; ou bien elle se faisait sentir peu à peu et l'on pouvait suivre la marche progressive de l'albumine jusqu'au

---

([1]) *Annales de l'Institut Pasteur*, janvier 1901.

([2]) *Centralblatt für allgemeine Pathologie*, p. 308; 1900.

dixième ou douzième jour où elle devenait dosable. Les bases xanthiques et l'acide urique, qui augmentent après les injections, décroissent peu à peu et tombent au-dessous de la normale.

» Le sang néphrotoxique de chien s'est toujours montré moins actif que le sang néphrotoxique de lapin, si l'on en juge par les albuminoïdes éliminés qui n'ont jamais dépassé 3^{gr} par litre. Nous avons voulu voir ce qui se passait à cette température singulière de 55° ou 60°, à laquelle disparaissent les diastases leucocytaires et où les globulines du sérum ou du sang défibriné ne se coagulent pas encore. Il n'a pas paru y avoir de modification dans l'action après un chauffage d'une demi-heure et même trois quarts d'heure.

» Le sang de lapin normal et le sang de chien normal, chauffés ou non, injectés aux mêmes doses, n'ont donné lieu qu'à une albuminurie passagère disparaissant au plus tard au cinquième et sixième jour. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur la maladie des chiens. Vaccination du chien contre l'infection expérimentale.* Note de M. C. Phisalix, présentée par M. Chauveau.

» Dans un précédent Travail, j'ai montré qu'une infection spontanée du cobaye était due à un bacille dont les cultures sont aussi très virulentes pour le chien. Le microbe, introduit par la voie veineuse, détermine souvent, chez cet animal, une méningo-encéphalo-myélite dont les symptômes et les lésions sont très caractéristiques. Mais, suivant la dose et la virulence de la culture, la maladie peut évoluer d'une manière différente : ou bien elle est suraiguë et entraîne la mort en huit à dix heures; ou bien elle marche plus lentement et revêt une forme gastro-intestinale; j'ai même observé des formes chroniques avec localisations tendineuses et articulaires.

» L'allure générale de cette maladie expérimentale ressemble, sous beaucoup de rapports, à l'affection spontanée qu'on désigne sous le nom de *Maladie des chiens*. Aussi ai-je fait de nombreuses tentatives pour découvrir, chez les chiens morts de la maladie spontanée, un microbe analogue possédant des caractères de spécificité. Les cultures, obtenues par ensemencement du sang, des organes et des liquides pathologiques, ont donné des microbes variés, en particulier des streptocoques, dont l'inoculation au chien était sans résultat. J'en étais resté là quand parut l'important travail de Lignières *sur les septicémies hémorragiques*. Cet

auteur trouva, dans l'organisme du chien malade, un bacille assez long qui pousse dans le bouillon de peptone sans le troubler et y forme de petits grumeaux qui tombent au fond du tube. Ce n'est qu'après le vingtième passage par le cobaye que la culture présente un trouble uniforme, comme cela s'observe avec les microbes du même genre.

» *Étude du microbe pathogène.* — Les caractères morphologiques et biologiques du microbe décrit par Lignières étant identiques à ceux du bacille que j'ai découvert sur le cobaye, je fis de nouvelles tentatives pour le retrouver chez les chiens malades.

» Je dois au bienveillant concours de MM. Laurent et Saint-Yves d'avoir pu étudier un nombre considérable de cas, et j'ai enfin réussi à isoler le microbe spécifique. On l'obtient le plus facilement à l'état pur en faisant des cultures du sang et des organes de chiens que l'on sacrifie avant la période des infections secondaires; cependant, j'ai pu le séparer quelquefois des bactéries accessoires par inoculation, dans le péritoine du cobaye, de cultures du liquide céphalo-rachidien. Dans ce cas, le bacille spécifique du chien pullule seul, et, si l'on ensemence l'épanchement péritonéal dans du bouillon, il se produit un trouble uniforme dû à un microbe possédant des caractères semblables à ceux du microbe spécifique du cobaye; il ne s'en distingue que par sa faible virulence pour celui-ci. Il faut, en effet, 3^{cc} à 4^{cc} de culture pour tuer un cobaye, en injection péritonéale. Vis-à-vis du chien, les deux microbes possèdent la même action et déterminent des symptômes à peu près identiques. Inoculés dans les veines, ils provoquent, suivant la dose et la virulence, une mort rapide en cinq à dix heures, avec des signes d'empoisonnement bulbaire, ou une infection qui évolue plus lentement et qui peut revêtir différentes formes cliniques.

» Dans les cas de mort foudroyante, en quatre ou cinq heures, c'est au poison soluble qu'il faut attribuer les symptômes et les lésions; le microbe n'a pas proliféré, et les cultures du sang sont souvent stériles.

» Ce poison soluble est difficilement séparable des microbes; il ne passe pas à travers les filtres, et la chaleur le détruit. Le moyen qui, jusqu'à présent, m'a le mieux réussi est la stérilisation des cultures par l'éther. L'inoculation intraveineuse de ces cultures à la dose de 15^{cc} à 20^{cc} provoque des symptômes passagers d'empoisonnement identiques à ceux des cultures vivantes : vomissements, diarrhée, élévation de température de 2° à 3°. Des doses plus fortes ou répétées produisent un état cachectique qui rappelle la maladie naturelle à évolution lente.

» *Atténuation de la virulence.* — Cultivé en bouillon de peptone, le

microbe du chien, de même que celui du cobaye, s'atténue progressivement avec l'âge de la culture. L'atténuation se fait beaucoup plus vite si, au lieu de bouillon ordinaire, on emploie du bouillon glycériné à 6 pour 100.

» En réensemençant le microbe au bout de temps variables dans du bouillon ordinaire, on obtient des cultures à des degrés divers d'atténuation. Pour rendre au microbe sa virulence première, il suffit de le faire passer à nouveau par l'organisme du cobaye ou du chien.

» *Vaccination du chien.* — Depuis longtemps j'ai obtenu, avec le microbe du cobaye, une vaccination parfaite de celui-ci et du chien. J'entretiens depuis deux ans, au laboratoire de M. Chauveau, des cobayes fortement vaccinés, dont le sang possède d'énergiques propriétés agglutinantes, en même temps que préventives. J'ai renouvelé les mêmes expériences avec le microbe provenant du chien, et j'ai obtenu le même succès.

» Dans mes premières expériences, j'ai employé comme substance vaccinante, et en injections intraveineuses, les cultures atténuées par l'éther; mais cette méthode ne pouvant être aisément utilisée dans la pratique, j'y ai renoncé. Le procédé le plus commode et le moins dangereux est l'inoculation sous-cutanée des cultures atténuées : à de jeunes chiens, ayant encore leurs dents de lait, j'inocule sous la peau de la cuisse 2^{cc} à 3^{cc} d'une culture atténuée. Le lendemain on constate, au point d'inoculation, une tuméfaction douloureuse qui, au bout de quarante-huit heures, commence à diminuer et ne laisse bientôt plus qu'une légère induration. On n'observe pas de symptômes généraux. Si la culture est plus virulente, on a de l'œdème du membre, quelquefois un abcès; la température s'élève un peu, mais il n'y a pas d'accidents graves, et l'animal guérit.

» Je commence par une culture très atténuée, dont l'action locale est insignifiante : c'est le premier vaccin; les inoculations consécutives se font avec des cultures de virulence croissante et sont renouvelées trois ou quatre fois. Les chiens ainsi préparés peuvent être éprouvés de deux manières : soit par inoculation intra-veineuse d'une culture virulente, soit par cohabitation avec des animaux infectés. Les chiens que j'ai vaccinés ont vécu depuis trois mois en contact journalier avec des chiens malades; plusieurs même ont séjourné dans la même niche. Chez d'autres, j'ai badigeonné les fosses nasales avec les mucosités pathologiques; aucun n'a été contaminé. Mais, comme les témoins, dans ces conditions, ne prennent pas tous la maladie, j'ai tenu à compléter ma démonstration par la première méthode.

Si l'on éprouve, par inoculation intraveineuse, les chiens vaccinés, ils résistent alors que les témoins meurent ou sont très malades.

» *En résumé*, les jeunes chiens qui ont reçu, à plusieurs reprises, des inoculations de cultures atténuées résistent aussi bien à la contagion naturelle qu'à l'infection expérimentale. Ainsi se trouve résolu le problème de la vaccination contre la maladie du jeune âge, et la méthode des inoculations préventives, introduite dans la pratique, pourra rendre aux éleveurs les plus grands services. »

TÉRATOLOGIE. — *Caractères généraux des processus tératogènes, processus primitif et processus consécutif.* Note de M. ETIENNE RABAUD, présentée par M. Alfred Giard.

« A diverses reprises, j'ai eu l'occasion d'insister sur ce fait, que la production spontanée ou expérimentale des monstruosités ne dépendait pas simplement de processus d'arrêt ou d'excès des phénomènes évolutifs normaux ([1]). Il m'a été possible de montrer que la théorie d'Étienne Geoffroy-Saint-Hilaire ne correspondait pas à la réalité, que la genèse des monstres relevait d'un certain nombre de processus parmi lesquels l'arrêt et l'excès, loin d'englober la généralité des types tératologiques, figuraient simplement à titre de cas particuliers.

» Une analyse plus complète des phénomènes permet aujourd'hui de séparer en deux groupes très distincts ces divers processus tératogènes; il faut considérer, en effet, que certains d'entre eux sont extrêmement précoces; certains autres plus ou moins tardifs.

» Les premiers déterminent le mode même d'apparition d'une ébauche, évoquant à sa forme, son étendue, sa situation, l'ensemble même de son évolution; ils créent, en quelque sorte, l'organe embryonnaire et lui impriment une allure caractéristique, différente à des degrés divers de l'allure normale. Ainsi, pour prendre un exemple, le système nerveux de la Cyclocéphalie ou du *Spina bifida*, après être né suivant une surface beaucoup plus large que le système nerveux normal (*développement diffus*), se transforme

---

([1]) *Voir* en particulier : *Comptes rendus*, 2 avril et 23 juillet 1900. — *Fragments de Tératologie générale : L'arrêt et l'excès de développement* (*Bulletin scientifique* de A. GIARD, 1900).

en vésicule close par *épibolie* et non par *embolie* (¹). Ce processus, et tous ceux qui ont le même caractère général, ne sauraient en aucune façon intervenir sur une ébauche en voie de formation, c'est-à-dire dégagée du tissu originel. On ne comprendrait pas qu'un développement diffus, qu'un développement massif, ou désorienté ou tout autre, pût se greffer sur un bourgeon à contours nettement définis, dont la situation est acquise et l'évolution commencée.

» Ces processus sont donc PRIMITIFS et, à ce titre, ils ont exactement la même valeur que les processus normaux. Ils peuvent se substituer à ces derniers ; ils ne les altèrent pas, ils ne se confondent pas avec eux.

» Le second groupe renferme les processus qui agissent, au contraire, sur des ébauches en voie de formation, soit pour retarder, soit pour activer la croissance, la différenciation ou le développement. Par eux-mêmes, les processus ne procurent aucun caractère nouveau; ils sont simplement capables de fixer un caractère transitoire ou de prolonger tout ou partie d'un développement, sans en changer le sens. Ils peuvent intéresser une ébauche, quel que soit le mode primitif qui la dirige, c'est-à-dire provoquer l'arrêt ou l'excès aussi bien d'un bourgeon normal que d'un bourgeon frappé par l'un ou l'autre des processus primitifs. Ils interviennent toujours secondairement; ils sont CONSÉCUTIFS.

» Cette distinction, établie sur des faits précis, n'a pas simplement pour importance de ramener à leur juste valeur les actions par défaut ou par excès, qui sont restées jusqu'à ce jour le fondement même de la Tératologie; ses conséquences ne se réduisent pas davantage à rendre possible une classification naturelle des anomalies. Cette distinction est de nature, me semble-t-il, à changer le point de vue d'une expérimentation méthodique en tératogénie et à diriger cette expérimentation.

» En effet, sous l'influence de la conception saint-hilairienne, l'étude des agents tératogènes et de leur mode d'action se réduit à savoir quel tissu est influencé par tel agent dans des conditions données, son influence étant nécessairement limitée à modifier la prolifération de ce tissu en plus ou en moins. S'il est vrai, par exemple, que le chlorure de sodium agit spécialement sur le tissu nerveux embryonnaire, comme cela semble

(¹) ÉTIENNE RABAUD : 1° *Évolution morphologique de l'encéphale des Cyclopes* (*Soc. de Biol.*, 2 février 1901); 2° *Genèse des* Spina bifida (*Archives générales de Médecine*, mars 1901).

ressortir des expériences de Hertwig, nous devrons nous contenter de savoir que le sel modifie la multiplication des neuroblastes, ceux-ci une fois différenciés. En d'autres termes, tout notre pouvoir s'exerce sur des ébauches dégagées du feuillet originel; nous sommes impuissants sur la différenciation elle-même. Par suite, nous devrions renoncer à connaître jamais d'une façon positive l'origine des tissus.

» En réalité, l'existence de processus tératogènes primitifs nous permet d'espérer davantage. Ces processus ne peuvent se produire que grâce à des différenciations effectuées hors de leur place héréditaire et qui seraient inexplicables si l'on n'admettait l'action déterminante des incidents externes. Observés chez les Vertébrés, on est en droit de penser que ces processus primitifs se rencontrent également chez les divers Invertébrés. Sans doute, il est possible que chez certains animaux la différenciation soit extrêmement précoce et contenue en puissance, pour ainsi dire, dans les blastomères des premiers stades; en déplaçant certains d'entre eux, on déplace *ipso facto* tel et tel organe, et de ce fait il semble découler cette conséquence que le développement normal de chaque ébauche prise à part est le seul développement possible, quelle que soit la place occupée par cette ébauche.

» Il convient d'observer que ces déplacements sont d'ordre purement mécanique, qu'ils sont provoqués dans le milieu même où la larve évolue habituellement; que, de plus, les changements de situation imposés aux blastomères ne modifient pas leurs rapports avec les milieux internes. Les blastomères superficiels, par exemple, sont légèrement écartés de leur place ordinaire, mais l'écart est peu considérable et ne modifie pas la situation superficielle. On est en droit de penser que, si des œufs de telles espèces animales se trouvaient dans certaines conditions tératogènes, ils se conduiraient tout différemment, que les différenciations potentielles seraient remplacées par des différenciations nouvelles.

» De toutes façons, l'expérimentation ne doit pas se borner à rechercher le pouvoir tératogène de telle ou telle substance — recherche vraiment illusoire le plus souvent —; ni même à déterminer quel degré d'arrêt ou d'excès peuvent provoquer ces substances sur un tissu donné. Nous pouvons et nous devons faire plus, c'est-à-dire étudier les influences diverses qui produisent les différenciations. Nous obtiendrons ce résultat en recherchant comment on peut modifier l'étendue, la situation des différenciations normales, c'est-à-dire en s'efforçant de déterminer la cause prochaine des

processus tératogènes primitifs. Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que les expériences bien connues de Herbst, avec le lithium, sont un encouragement dans cette voie, puisqu'elles nous montrent que l'on peut agir sur les différenciations endodermiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les poussières atmosphériques observées à Tunis le 10 mars 1901*. Note de M. E. **Bertainchand**, présentée par M. Carnot.

« La journée du 10 mars 1901 a été caractérisée dans toute la Régence et dans l'Europe méridionale par un phénomène météorologique assez rare :

» Vers 5h du matin, par un ciel assez pur, on pouvait déjà constater un éclairage anormal; mais, à cette heure, il était encore difficile de se rendre un compte exact du phénomène.

» Vers 6h, au lever du soleil, l'atmosphère était troublée par une sorte de nuage de poussière impalpable. Le phénomène continua à s'accentuer; il atteignit son maximum d'intensité vers 1h de l'après-midi, en donnant naissance à un brouillard rouge d'une épaisseur telle qu'il interceptait les rayons du soleil.

» Tous les objets colorés prenaient la teinte complémentaire; les brûleurs à gaz étaient particulièrement curieux à observer; ils donnaient une couleur verte.

» L'apparition et la persistance de ces poussières étaient d'autant plus surprenantes qu'il régnait à ce moment un calme parfait; la vitesse du vent était à peu près nulle; il venait du sud.

» Comment peut-on expliquer l'apparition de ces poussières?

» La solution du problème nous paraît pouvoir être donnée par l'examen des courbes barométriques et par la nature chimique et minéralogique des poussières. La pression avait été normale jusqu'au jeudi 7 mars, sauf les écarts dus aux variations diurnes; mais, le 7 mars, on put constater, à 9h du soir, une baisse qui se continua assez rapidement et atteignit le point minimum extrême le vendredi à midi; à partir de ce moment, la pression se releva graduellement, pour reprendre une marche sensiblement normale, qui fut atteinte le samedi à 9h du matin.

» Nous avons observé les pressions suivantes :

Jeudi, à 9h du soir	756mm
Vendredi, à midi	748
Samedi, à 9h du matin	757

» La courbe barométrique forme sur le graphique un V à branches écartées, très nettement accentué.

» La dépression a dû être occasionnée par un ouragan formé dans le Sahara.

» C'est vraisemblablement à la puissance de transport des vents qu'il faut attribuer l'apparition des poussières atmosphériques; soulevées violemment par le vent, elles ont été portées dans les régions élevées, s'y sont épanouies et se sont ensuite déposées par ordre de densité. Les éléments les plus lourds et les plus volumineux sont restés sur les lieux d'origine ou à de faibles distances; les parties les plus fines sont restées en suspension dans l'air et sont parvenues à Tunis environ trente-six heures après la constatation de la dépression barométrique la plus accentuée. Évidemment, le cheminement de ces poussières a été plus lent que l'onde atmosphérique; c'est du reste là un phénomène normal.

» Lors de la fameuse explosion du Krakatoa, dans le détroit de la Sonde, en 1883, l'onde barométrique déterminée par le phénomène a été signalée longtemps avant l'apparition des poussières, dont le transport dans les hautes régions de l'atmosphère a été la cause des illuminations crépusculaires signalées pendant l'hiver 1883-1884.

» Quand le nuage de sable est formé et qu'un orage vient à éclater dans les hautes régions, la pluie entraîne avec elle les particules fines, et, lorsque ces poussières sont colorées en rouge, chaque goutte d'eau laisse une empreinte colorée; c'est ce qui a fait donner à ce phénomène le nom de *pluie de sang*.

» Ces poussières sont d'une finesse excessive, comme on peut s'en rendre compte par les chiffres suivants : 100 parties du dépôt se classent ainsi par ordre de finesse :

89,00	pour 100	passent au tamis de	120
9,95	»	»	100
1,05	»	»	80

» Ces poussières sont donc, en majeure partie, d'une ténuité plus grande que les farines les mieux blutées. C'est ce qui explique la facilité avec laquelle elles sont tenues en suspension dans l'air et parcourent de très grandes distances, puisque le même phénomène a été observé en Italie, en Suisse et jusqu'en Allemagne.

» Le nuage rouge persista jusqu'à 2^h30^m, à Tunis; à ce moment, par suite d'une saute de vent N.-W., d'ailleurs de peu de durée, la température s'abaissa d'une façon notable; immédiatement, la condensation de ces poussières se produisit, le ciel s'épura partiellement et le soleil fit une

apparition... timide en quelque sorte; car on pouvait le fixer sans malaise et constater qu'il était d'une teinte bleue : c'était encore la lumière complémentaire.

» L'analyse des poussières nous a donné la composition centésimale suivante :

Eau	3,00
Matières organiques	6,50
Sulfate de chaux	2,85
Carbonate de chaux	9,78
Phosphate de magnésie	0,29
Oxyde de fer	4,10
Alumine	2,13
Silice	70,95
Corps non dosés	0,40
Total	100,00

» Ce produit est donc essentiellement siliceux.

» L'étude a été complétée par une analyse micrographique, faite par M. Cayeux, répétiteur de Géologie à l'Institut agronomique de Paris. En voici les résultats :

» *Minéraux.* — Quartz très prédominant en éléments de toutes dimensions se répartissant en trois catégories :

» 1° Grains parfaitement arrondis, usés, dépolis, très nombreux;

» 2° Grains de forme angulaire, à angles émoussés, très nombreux;

» 3° Esquilles de quartz très limpides, sans traces d'usure. Les particules de ce troisième groupe sont incomparablement moins nombreuses que celles des deux premiers.

» Grains de limonite clairsemés, résultant, selon toutes probabilités, de l'altération de la glauconie.

» *Minéraux rares.* — Staurotide, tourmaline (plusieurs variétés), rutile, zircon, phosphate jaune amorphe, magnétite.

» *Organismes.* — Diatomées (à signaler à titre de curiosité; elles sont très rares).

» Le dépôt est un sable siliceux dont la couleur est essentiellement due à l'existence d'une fine pellicule de limonite, qui encroûte la plupart des éléments de quartz. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Mouvement, en chaque jour synodique, de l'axe instantané de symétrie des écarts barométriques.* Note de M. A. **Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Dans le mouvement rotatoire en sens contraire de l'*onde mensuelle synodique* et de sa symétrique l'*onde quotidienne*, la rencontre de deux demi-

méridiens à mêmes écarts barométriques constitue un axe instantané de symétrie des écarts sur l'hémisphère. La situation et les cotes de cet axe changent constamment.

» Pendant la révolution synodique, les axes des 29 midis Greenwich se représentent avec leurs cotes à des instants différents dans le mouvement diurne. Laissons-leur le numéro du midi auquel ils correspondent et mettons ce numéro entre parenthèses quand on les retrouve par leur côté opposé et que l'ordre des cotes est renversé (¹).

» Sur le cadran du transparent de l'onde quotidienne, où les heures sont de 49'7, ajoutons la division du jour en 30 heures lunaires de 12° ou 48'. Abandonnons le saut de midi provisoirement admis et faisons mouvoir sur l'hémisphère ce transparent et celui de l'onde synodique avec leurs vitesses moyennes réelles. Nous trouvons, pour la situation et le numéro des cotes de l'axe de symétrie aux heures lunaires successives entre deux midis Greenwich :

Heures lunaires.		Axes de symétrie.		Lire de haut en bas.	Lire de bas en haut.	Heures lunaires.		Axes de symétrie.	
Long. W.	Numéros.	Long. W.	Numéros.			Long. W.	Numéros.	Long. W.	Numéros.
0°	1 du jour 1	0°	1			360°	1 du jour 2	180°	(2)
12	2 »	60	(16)			348	30 »	174	16
24	3 »	12	2			336	29 »	168	(1)
36	4 »	18	(17)			324	28 »	162	15
									(29)
132	12 »	66	(21)			228	20 »	114	11
144	13 »	72	7			216	19 »	108	(25)
156	14 »	78	(22)			204	18 »	102	10
162	15 »	84	8			192	17 »	96	(24)
		180°	16			90	$\frac{(23)+9}{2}$		

» Si, au 90e degré, on passe de l'autre côté de l'axe, on est, aux heures 17, 18, ..., aux opposés 24, (10), ..., 2.

(¹) Voir *Comptes rendus* : 10 juillet 1899, p. 128, — 7 mai 1900, p. 1279, *Écarts barométriques sur le méridien du Soleil; — sur le parallèle, aux jours successifs de la révolution synodique*; 19 novembre 1900, p. 852, *Emploi de transparents pour combiner les effets de la révolution synodique avec ceux de la rotation terrestre*; 24 décembre 1900, p. 1262, *Variations des cotes barométriques simultanées au cours de la révolution synodique.*

Rappelons que les cotes d'écart inscrites de 10° en 10° sur les 29 demi-méridiens

» Après le jour 1, on a ainsi

0° 1 du jour 2 0° 2 360° 1 du jour 3 180° (3)

....

168 15 84 9 192 17 96 (25)

180 16 90 $\frac{(24)+10}{2}$

....

0 1 du jour 29 0 29 360 1 du jour 1 180 (1)

» Supposons l'axe semi-méridien rigide, pivotant sur le pôle et prenant successivement, d'un côté les cotes des n°s 1, 2, ..., de l'autre les cotes (1), (2), ... Cet axe suit la route de l'aiguille des heures avec une vitesse moitié moindre.

» En les 30 heures lunaires, d'un midi Greenwich à l'autre, il prend successivement, soit par un côté, soit par l'autre, les numéros des 29 axes 1 à 29, à l'exception des deux qui viennent se confondre sur le 90e méridien et qui sont : au jour 1, 9 et 23; au jour 2, 10 et 24; au jour 8, 16 et 1; au jour 29, 8 et 22.

» Pour avoir tous les axes, pris dans un sens ou dans l'autre, il faut réunir 2 jours, qui ne soient pas à 14 jours de distance.

» Avant de les retrouver dans les mêmes situations et la même succession, il faut épuiser la période synodique.

» C'est en maintenant la nouvelle lune à midi et resserrant la révolution synodique à 29 jours exacts que nous obtenons ainsi des variations moyennes, complexes et régulières, revenant toutes à leur point de départ. Il ne faut pas oublier cependant que, la période synodique étant d'à peu près 29 jours $\frac{1}{2}$, le contingent qu'elle apporte aux variations barométriques pendant un mois donné est, généralement et dans l'ensemble, de jour ce qu'il a été de nuit pendant le mois précédent. »

M. **Lapeyre** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Opérations sur les carrés; des excédents divisionnaires. »

---

appelés à constituer les axes, ou à entrer dans le mélange des deux ondes, atteignent, en plus et en moins, 1^{mm},5 dans les basses latitudes et 6^{mm} dans les hautes.

L'emploi des transparents est presque indispensable pour juger des effets d'ensemble. Pour les faits particuliers, on peut se contenter de faire mouvoir les unes sur les autres des bandes portant les divisions des cadrans, ou même de calculer les positions et les demi-distances.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 AVRIL 1901.

(*Suite.*)

Trois articles *Sur la langue internationale « Esperanto »*, par CH. MÉRAY, (Extraits de l'*Enseignement mathématique*, 15 juillet 1900 et 15 janvier 1901, et des *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 1er janvier 1901.)

L' « Esperantiste », Organe propagateur de la langue internationale Esperanto. *Organo propaganda de la lingvo internacia « Esperanto »*, années 1898-1901 (mars), Épernay, 1898.

L' « Esperanto », seule vraie solution de la langue internationale, par L. DE BEAUFRONT. Épernay, 1 broch.

Pour la langue internationale, par L. COUTURAT. Coulommiers, imp. P. Brodard, 1901; 1 broch.

Annales du Bureau Central Météorologique de France, publiées par M. É. MASCART, Directeur du Bureau Central Météorologique; année 1898; I. *Mémoires*, II. *Observations*, III. *Pluies en France*. Paris, Gauthier-Villars, 1900; 3 vol. in-4°. (Présentés par M. Mascart.)

Annales des Ponts et Chaussées, 2e partie, 71e année, 8e série, 1er Cahier, janvier 1901; Paris, E. Bernard et Cie, 1 fasc. in-8°.

Annuaire de la Société Météorologique de France, publié sous la direction de M. LÉON TEISSERENC DE BORT; 47e année, janvier-février-mars 1900. Tours, s. d.; 1 fasc. in-8°.

« Le Messager agricole », revue des associations et des intérêts agricoles du Midi, publié sous la direction de M. le Dr FRÉDÉRIC CAZALIS; 42e année, 5e série, t. II, nos 1-2, janvier-février 1901. Montpellier-Paris, 2 fasc. in-8°.

Ueberkaltungs-Erscheinungen bei schwimmenden Nitrotoluol-Kügelchen, von Prof. P. BACHMETJEW. Saint-Pétersbourg, 1900; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Report of the Commissioner of Education for the year 1898-99, vol. II. Washington, 1900.

Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München, 1901; Heft I. München, 1901; 1 fasc. in-8°.

Revista trimestral de matematicas, publicada por don José Rius y Casas; Año I. nùm 1, Saragosse, 1901; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 AVRIL 1901.

Annuaire statistique de la Ville de Paris, XIXe année, 1898. Paris, G. Masson, 1900; 1 vol. in-8°.

La Main-d'œuvre en Afrique, par A. d'Almada Negreriros. Paris, 1900; 1 fasc. in-8°.

La question du Calendrier au point de vue social, par le P. Cés. Tondini de Quarenghi. Paris, 1901; 1 fasc. in-8°

Applications générales de l'Électricité aux Sciences, aux Arts et à l'Industrie, par G. Trouvé. Paris, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Comment d'exposant enthousiaste on arrive à ne plus exposer, par G. Trouvé. Paris, s. d.; 1 fasc. in-8°.

La Langue Bleue « Bolak », langue internationale pratique, par Léon Bollack. (Quatorze Opuscules, in-8°.) (Hommage de l'Auteur.)

Annales du Conservatoire des Arts et Métiers, publiées par les professeurs; 3e série t. II. Paris, Gauthier-Villars, 1900; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société de Zoologie de France, année 1900; t. XXV. Paris, 1900; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société des Sciences de Nancy et de la Réunion Biologique de Nancy; série III, t. II, fasc. 1. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1901; 1 fasc. in-8°.

« *Concordia* », *organe de la Société d'Études et de Correspondance internationales,* directeur-fondateur : Émile Lombard; 7e année, n° 77, avril 1901. Paris, 1 fasc. in-8°.

Biologische Untersuchungen, von Prof. Dr Gustaf Retzius, in Stockholm; Neue Folge, Bd. I-IX, mit Tafeln. Stockholm, Samson et Wallin, 1890-1900; 9 vol. in-f°. (Hommage de l'Auteur.)

An attempt to estimate the vitality of seeds by an electrical method, by Augustus-D. Waller. (From the *Proceedings of the Royal Society,* vol. LXVIII.) 1 fasc. in-8°.

Landwirtschaftliche Statistik der Länder der Ungarischen Krone. Bd. V.

Budapest, 1900; 1 vol. in-f°. (Envoi de M. le Ministre de l'Agriculture du Royaume de Hongrie.)

Individual observations of the lines widened in sun-spot spectra made at the Solar physics Observatory South Kensington, during the period november 12th, 1879, *to december* 31st, 1897, under the direction of Sir NORMAN LOCKYER. Londres, 1900; 1 fasc. in-4°.

The procession of planets, by FRANKLIN-H. HEALD. S. l., 1901; 1 fasc. in-16.

La risoluzione completa del tetragono piano, GIUSEPPE DELITALA. Sassari, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Nuevas escalas optometricas y cromo-fotometricas, por JOSE PRESAS. Madrid, 1901; 1 fasc. in-8°.

Memoirs of the Geological Survey of India, vol. XXXIII, part I. Calcutta, 1901; 1 fasc. in-8°.

Oefversigt af kongl. Vetenskaps-Akademiens förhandlingar; Arg. 58, n° 1, 1901. Stockholm, 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 29 avril 1901.)

Note de M. *de Séguier*, Sur les équations de certains groupes :

Page 1032, ligne 11, *au lieu de* a, *lisez* α.
Même page, ligne 28, *au lieu de* $< 2n$, *lisez* $= n$.
Même page, ligne 34, *au lieu de* $a = cb$, *lisez* $d = cb$.

N° 18.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 6 mai 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 18.

SUIT[illegible] LA TABLE DES ARTICLES.

[illegible] ...gers à l'A[illegible]

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1901

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 19 (13 Mai 1901).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus.*

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 MAI 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un galvanomètre parfaitement astatique.* Note de M. LIPPMANN.

« Cet appareil se compose essentiellement d'une bobine fixe parcourue par le courant à mesurer, et d'une aiguille aimantée mobile, suspendue de manière à pouvoir se déplacer *parallèlement à elle-même*. L'aiguille est portée par un fil de cocon f qui lui permet de s'orienter dans le plan du méridien magnétique; ce fil de cocon est attaché à l'extrémité d'un fléau d'une petite balance de torsion constituée par un levier, porté lui-même par un fil f'. Un pôle de l'aiguille aimantée pénètre dans la bobine fixe; le courant agit donc, non pour dévier l'aiguille, qui reste orientée vers le nord magnétique, mais pour la déplacer parallèlement à elle-même. Or, l'action de la terre ne tend pas à déplacer un aimant parallèlement à lui-

même. Il s'ensuit que la terre n'exerce aucune force antagoniste de celle produite par le courant; l'appareil est donc parfaitement astatique.

» Il est avantageux d'employer deux bobines, agissant chacune sur un des pôles de l'aiguille. Pour installer le galvanomètre il faut l'orienter de manière que l'axe des bobines soit dans le plan du méridien magnétique. L'aiguille aimantée est alors dirigée suivant cet axe. Il faut en outre que, aucun courant ne passant par l'appareil, le levier de paille s'arrête dans la direction est-ouest. On satisfait à cette condition en faisant tourner un tambour auquel est fixé le fil f', afin de le détordre. Le galvanomètre est alors prêt à fonctionner.

» La sensibilité de l'appareil est très grande, car elle n'est limitée que par le petit couple naissant de la torsion des fils de cocon qui le soutiennent. Il est facile d'écrire la condition d'équilibre : Soient i l'intensité du courant, K une constante dépendant de la construction des bobines, μ le magnétisme accumulé à chaque pôle. La force due à l'action du courant est égale à $K\mu i$. Cette force agit sur un bras de levier égal à L, en désignant par L la distance entre les fils f et f'; lorsque la déviation de la paille est α, ce bras de levier est égal à $L\cos\alpha$. L'angle α demeurant très petit, on peut admettre que $\cos\alpha = 1$. Le couple dû à l'action du courant est donc égal à $K\mu i L$.

» D'autre part, la déviation étant α, la torsion des cocons f et f' varie d'un angle α; les couples résultant de cette torsion sont égaux à $\frac{C\alpha}{h}$ et $\frac{C\alpha}{h'}$. On a donc pour condition d'équilibre

$$(1) \qquad K\mu L i = C\alpha\left(\frac{1}{h} + \frac{1}{h'}\right).$$

Supposons, pour simplifier ([1]), que $h = h'$.

» L'équation (1) peut s'écrire

$$(2) \qquad \alpha = \frac{K\mu L h}{C} i.$$

La sensibilité de l'appareil tient d'abord à l'absence de toute force directrice due à la terre. En outre, on peut l'augmenter en disposant des fac-

---

([1]) Cette condition est, d'ailleurs, celle qui correspond au maximum de sensibilité, car $h + h'$ a une valeur maxima déterminée par la hauteur de la potence; donc $\frac{1}{h} + \frac{1}{h'}$ est minimum pour $h = h'$.

teurs μ et L; en d'autres termes, il est avantageux d'accroître μ en employant une aiguille fortement aimantée, et aussi grosse que le permet la résistance à la rupture du fil de suspension; de même, on peut disposer du facteur L en allongeant le levier de paille.

» Le maniement de l'appareil paraît assez facile; l'amortissement propre est très considérable. Je rappellerai que A.-C. Becquerel a construit jadis une balance électromagnétique formée de deux aimants suspendus à une balance ordinaire et attirés par deux bobines. Le principe est le même que celui de l'appareil décrit plus haut, mais la substitution de la balance de torsion à la balance ordinaire augmente considérablement la sensibilité de l'appareil. »

MÉCANIQUE. — *Sur les théorèmes d'Hugoniot, les lemmes de M. Hadamard et la propagation des ondes dans les fluides visqueux.* Note de M. **P. Duhem**.

« I. Supposons que S soit, à l'instant isolé t, une onde d'ordre n pour une certaine fonction U, et gardons les notations que nous avons employées dans une Note précédente ([1]).

» M. Hadamard ([2]), systématisant les indications cinématiques contenues dans les écrits d'Hugoniot, est parvenu au théorème suivant :

» *On peut définir, en tout point de la surface* S, $(n+1)$ *grandeurs* U_0, U_1, ..., U_n *au moyen desquelles s'expriment toutes les dérivées partielles d'ordre* n *de la fonction* V, *en chaque point de cette surface. Les relations qui donnent ces expressions sont*

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{ll} \dfrac{\partial^n V}{\partial t^n} = U_0, & \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots, & \\ \dfrac{\partial^n V}{\partial t^{(n-i)}\partial x^p\,\partial y^q\,\partial z^r} = \lambda^p\mu^q\nu^r\,U_i & (p+q+r=i), \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots, & \\ \dfrac{\partial^n V}{\partial x^p\,\partial y^q\,\partial z^r} = \lambda^p\mu^q\nu^r\,U_n & (p+q+r=n). \end{array}\right.$$

([1]) *Sur le théorème d'Hugoniot et quelques théorèmes analogues* (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 1171; 24 décembre 1900).

([2]) Hadamard, *Bulletin de la Société mathématique de France*, t. XXX, p. 50; séance du 19 décembre 1900.

» Nous nous proposons de donner des grandeurs U_0, U_1, ..., U_n, des expressions qui mettent en évidence leur caractère invariant.

» 1° *Cas où l'indice i est pair : $i = 2j$.* — Les relations (1) donnent sans peine

$$\frac{\partial^{(n-i)}}{\partial t^{(n-i)}} \Delta_j V = (\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2)^j U_i = U_i. \tag{2}$$

» 2° *Cas où l'indice i est impair : $i = 2j + 1$.* — Dans ce cas les égalités (1) donnent

$$\frac{\partial^{(n-i+1)}}{\partial t^{(n-i)} \partial x} \Delta_j V = \lambda(\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2)^j U_i = \lambda U_i$$

et deux relations analogues qui nous permettent d'écrire

$$\left[\frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial^{(n-i)} \Delta_j V}{\partial t^{(n-i)}}\right]^2 + \left[\frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial^{(n-i)} \Delta_j V}{\partial t^{(n-i)}}\right]^2 + \left[\frac{\partial}{\partial z} \frac{\partial^{(n-i)} \Delta_j V}{\partial t^{(n-i)}}\right]^2 = U_i^2. \tag{3}$$

» II. M. Hadamard a encore démontré le théorème suivant :

» *S'il y a* propagation *de l'onde* S, *on a, quel que soit i,*

$$(-a)^i U_i = U_0. \tag{4}$$

Dès lors, dans le cas où i est pair ($i = 2j$), les relations (1), (2) *et* (4) *donnent*

$$a^{2j} \frac{\partial^{(n-i)}}{\partial t^{(n-i)}} \Delta_j V = \frac{\partial^n V}{\partial t^n}. \tag{5}$$

» *Dans le cas où i est impair ($i = 2j + 1$), les relations* (1), (3) *et* (4) *donnent*

$$a^{2(2j+1)} \left\{ \left[\frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial^{(n-i)} \Delta_j V}{\partial t^{(n-i)}}\right]^2 + \left[\frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial^{(n-i)} \Delta_j V}{\partial t^{(n-i)}}\right]^2 + \left[\frac{\partial}{\partial z} \frac{\partial^{(n-i)} \Delta_j V}{\partial t^{(n-i)}}\right]^2 \right\} = \frac{\partial^n V}{\partial t^n}. \tag{6}$$

» Des formules (5) et (6), il est aisé de tirer les formules que nous avons données dans notre Note : *Sur le théorème d'Hugoniot et quelques théorèmes analogues*.

» III. Les méthodes indiquées par M. Hadamard permettent de simplifier et de compléter la théorie des ondes du second ordre par rapport aux vitesses, au sein d'un fluide visqueux. Nous nous sommes déjà occupés de cette théorie en deux Notes [1] dont nous garderons ici les notations.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 393 et p. 607.

» Selon le premier lemme de M. Hadamard, si, à l'instant t, la surface S est une onde du second ordre pour les vitesses, il existe, en chaque point de cette surface, trois vecteurs $(\lambda_0, \mu_0, \nu_0)$, $(\lambda_1, \mu_1, \nu_1)$, $(\lambda_2, \mu_2, \nu_2)$, tels que l'on ait

$$(7)\quad \left\{\begin{array}{llll} \dfrac{\partial^2 U}{\partial t^2} = \lambda_0, & \dfrac{\partial^2 U}{\partial x\,\partial t} = \alpha\lambda_1, & \dfrac{\partial^2 U}{\partial y\,\partial t} = \beta\gamma_1, & \dfrac{\partial^2 U}{\partial z\,\partial t} = \gamma\lambda_1, \\ \dfrac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \alpha^2\lambda_2, & \dfrac{\partial^2 U}{\partial y^2} = \beta^2\lambda_2, & \dfrac{\partial^2 U}{\partial z^2} = \gamma^2\lambda_2, & \\ \dfrac{\partial^2 U}{\partial y\,\partial z} = \beta\gamma\lambda_2, & \dfrac{\partial^2 U}{\partial z\,\partial x} = \gamma\alpha\lambda_2, & \dfrac{\partial^2 U}{\partial x\,\partial y} = \alpha\beta\lambda_2, & \end{array}\right.$$

et des relations analogues pour les dérivées de V et de W.

» Dès lors, l'équation

$$[\lambda(\rho, T) + \mu(\rho, T)]\frac{\partial\theta}{\partial x} + \mu(\rho, T)\Delta U = 0,$$

qui sert de fondement aux notes précitées, devient la première des égalités

$$(8)\quad \left\{\begin{array}{l} [\lambda(\rho, T) + \mu(\rho, T)]\alpha(\alpha\lambda_2 + \beta\mu_2 + \gamma\nu_2) + \mu(\rho, T)\lambda_2 = 0, \\ [\lambda(\rho, T) + \mu(\rho, T)]\beta(\alpha\lambda_2 + \beta\mu_2 + \gamma\nu_2) + \mu(\rho, T)\mu_2 = 0, \\ [\lambda(\rho, T) + \mu(\rho, T)]\gamma(\alpha\lambda_2 + \beta\mu_2 + \gamma\nu_2) + \mu(\rho, T)\nu_2 = 0. \end{array}\right.$$

» Multiplions respectivement ces égalités par α, β, γ et ajoutons les résultats membre à membre; nous trouvons

$$[\lambda(\rho, T) + 2\mu(\rho, T)](\alpha\lambda_2 + \beta\mu_2 + \gamma\nu_2) = 0,$$

ou bien, comme $[\lambda(\rho, T) + 2\mu(\rho, T)]$ est essentiellement positif,

$$\alpha\lambda_2 + \beta\mu_2 + \gamma\nu_2 = 0.$$

» Si l'on reporte ce résultat dans les égalités (8), en observant que $\mu(\rho, T)$ est essentiellement positif, on trouve

$$(9)\quad \lambda_2 = 0, \qquad \mu_2 = 0, \qquad \nu_2 = 0.$$

» Le second lemme de M. Hadamard nous apprend que, pour que l'onde se propage, il faut que l'on ait

$$\begin{array}{lll} a\lambda_1 + \lambda_0 = 0, & a\mu_1 + \mu_0 = 0, & a\nu_1 + \nu_0 = 0, \\ a\lambda_2 + \lambda_1 = 0, & a\mu_2 + \mu_1 = 0, & a\nu_2 + \nu_1 = 0. \end{array}$$

» Les égalités (9) donnent alors

$$(10)\quad \left\{\begin{array}{lll} \lambda_1 = 0, & \mu_1 = 0, & \nu_1 = 0, \\ \lambda_0 = 0, & \mu_0 = 0, & \nu_0 = 0. \end{array}\right.$$

» Les trois vecteurs de M. Hadamard sont donc nuls, en sorte qu'*un fluide visqueux ne peut propager aucune onde du second ordre par rapport aux vitesses.*

» Il suffit de différentier un certain nombre de fois les équations du mouvement et de reprendre la même démonstration pour prouver que cette impossibilité s'étend aux ondes d'ordre quelconque supérieur à 2.

» IV. *Une onde* du premier ordre *par rapport aux vitesses ne saurait exister dans un fluide visqueux.* Dans ce cas, en effet, il existerait en chaque point de cette onde un vecteur (l, m, n) tel que

$$(11) \qquad \frac{\partial U}{\partial x} = \alpha l, \qquad \frac{\partial U}{\partial y} = \beta l, \qquad \frac{\partial U}{\partial z} = \gamma l, \qquad \frac{\partial V}{\partial x} = \alpha m, \quad \ldots .$$

» La surface serait une surface de discontinuité pour les six quantités $\nu_x, \nu_y, \nu_z, \tau_x, \tau_y, \tau_z$.

$$(12) \qquad \begin{cases} \nu_x = -\lambda(\rho, T)\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}\right) - 2\mu(\rho, T)\frac{\partial u}{\partial x}, \\ \tau_x = -\mu(\rho, T)\left(\frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}\right). \end{cases}$$

» Mais on démontre sans peine que les trois composantes de la pression de viscosité doivent demeurer continues lorsqu'on traverse cette surface. Moyennant les égalités (11) et (12), on obtient ainsi trois égalités, dont la première est

$$(13) \quad (\lambda + 2\mu)\alpha(\alpha l + \beta m + \gamma n) + \mu[\beta(\beta l - \alpha m) + \gamma(\gamma l - \alpha n)] = 0.$$

» Si l'on ajoute ces équations respectivement multipliées par α, β, γ, en observant que $[\lambda(\rho, T) + 2\mu(\rho, T)]$ est positif, on trouve

$$(14) \qquad \alpha l + \beta m + \gamma n = 0.$$

» Ce résultat, reporté dans les égalités (13), où $\mu(\rho, T)$ est essentiellement positif, donne les égalités

$$\beta(\beta l - \alpha m) + \gamma(\gamma l - \alpha n) = 0, \ldots,$$

qui peuvent s'écrire

$$l - \alpha(\alpha l + \beta m + \gamma n) = 0, \ldots .$$

ou bien, en vertu de l'égalité (14),

$$(15) \qquad l = 0, \qquad m = 0, \qquad n = 0.$$

S'il y a propagation, on a

$$\frac{\partial U}{\partial t} + al = 0, \qquad \frac{\partial V}{\partial t} + am = 0, \qquad \frac{\partial W}{\partial t} + an = 0.$$

Les égalités (15) donnent donc

$$(16) \qquad \frac{\partial U}{\partial t} = 0, \qquad \frac{\partial V}{\partial t} = 0, \qquad \frac{\partial W}{\partial t} = 0.$$

Les égalités (11), (15), (16) démontrent le théorème énoncé.

» Ainsi, *quel que soit l'ordre d'une onde, elle ne peut se propager au sein d'un fluide visqueux.* »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques), pour 1901. — MM. Appell, Picard, Poincaré, Darboux, Maurice Levy.

Commission chargée de juger le concours du prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles), pour 1901. — MM. Van Tieghem, Fouqué, Perrier, Giard, de Lacaze-Duthiers.

Commission chargée de juger le concours du prix du Baron de Joest pour 1901. — MM. Berthelot, Bouquet de la Grye, Darboux, Fouqué, Maurice Levy.

Commission chargée de juger le concours du prix Saintour pour 1901. — MM. Darboux, Berthelot, Poincaré, Bouquet de la Grye, Fouqué.

Commission chargée de juger le concours du prix Gegner pour 1901. — MM. Darboux, Berthelot, Mascart, Fouqué, Poincaré.

Commission chargée de juger le concours du prix Trémont pour 1901. — MM. Haton de la Goupillière, Sarrau, Berthelot, Maurice Levy, Léauté.

Commission chargée de présenter une question de Grand prix des Sciences physiques, pour l'année 1903. — MM. Van Tieghem, Fouqué, Duclaux, Berthelot, Cornu.

Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences physiques) pour l'année 1903. — MM. Mascart, Lippmann, Cornu, Becquerel, Berthelot.

Commission chargée de présenter une question de prix Gay (Géographie physique) pour l'année 1903. — MM. Grandidier, Bouquet de la Grye, de Lapparent, Bassot, Hatt.

Commission chargée de présenter une question de prix Pourrat (Physiologie) pour l'année 1903. — MM. Marey, d'Arsonval, Chauveau, Perrier, Filhol.

Commission chargée de présenter une question de prix Fourneyron (Mécanique) pour l'année 1903. — MM. Sarrau, Boussinesq, Maurice Levy, Léauté, Sébert.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Barril** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Sécurité de la circulation des trains. Impulseur électrique ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Henry Rowland*, Correspondant pour la Section de Physique, décédé à Baltimore, le 16 avril 1901.

MM. **Davidson**, **Oudemans**, nommés Correspondants pour la Section de Géographie et Navigation, et M. **Zeuner**, nommé Correspondant pour la Section de Mécanique, adressent des remercîments à l'Académie.

MM. **Charrin**, **Cornil**, **Lancereaux** prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante dans la Section de Médecine et Chirurgie par le décès de M. *Potain*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Laussedat* intitulé : « Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographique ». Tome II, Première Partie : « Iconométrie et Métrophotographie ».

2° Un Ouvrage ayant pour titre : « The Norvegian north polar expedition (1893-1896). Scientific results », edited by *Fridtjof Nansen*, 2e Volume. (Présenté par le prince de Monaco.)

3° La deuxième série des « Matériaux d'étude topologique pour l'Algérie et la Tunisie ». (Extrait des « Cahiers du Service géographique de l'Armée ».)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales réelles des équations différentielles du premier ordre dans le voisinage d'un point singulier.* Note de M. **Henri Dulac**, présentée par M. Painlevé.

« Je me propose d'étudier, dans le domaine réel entourant le point $x=y=0$, les caractéristiques de l'équation différentielle

$$f(x, y, y') = 0, \tag{1}$$

où f désigne un polynome en y' dont les coefficients sont des fonctions holomorphes pour $x=y=0$.

» On sait que par un point, pris au hasard dans le domaine considéré, il ne passe que des intégrales algébroïdes. Il n'y a exception que pour certains points isolés. C'est à ces derniers points que, dans ce qui suit, je réserve le nom de *points singuliers*. La méthode s'applique aussi bien à l'étude d'un point ordinaire qu'à l'étude d'un point présentant pour la fonction $y'(x, y)$ une singularité quelconque : non-uniformité, indétermination.

» *Recherche d'une catégorie d'intégrales.* — Je cherche les intégrales pouvant être exprimées au moyen des formules

$$x = \varphi(z, v), \qquad y = \psi(z, v), \tag{2}$$

φ et ψ étant des polynomes nuls pour $z=0$; v étant une fonction de z qui tend vers 0 avec z et satisfait à une équation

$$z^n \frac{dv}{dz} = v(\alpha + \ldots) + z(\beta + \ldots), \tag{3}$$

où α n'est pas nul. Je puis, sans restreindre le problème, assujettir φ et ψ à contenir z en facteur; c'est ce que je ferai afin de pouvoir établir la notion d'intégrale *isolée*. Le problème est encore indéterminé; on peut en profiter pour donner à φ et ψ des formes très simples. Je détermine, au moyen de calculs algébriques, les polynomes φ et ψ et ensuite autant de coefficients que je veux de (3).

» Les intégrales d'une équation (3) autres que $z=0$ fournissent des intégrales de (1). Pour les étudier, je distingue différents cas :

» 1° $n=0$. — C'est un cas particulier. L'équation (3) fournit pour (1) une infinité d'intégrales algébroïdes dépendant d'une constante;

» 2° $n=1$. — C'est le cas général. Si α est négatif, il y a une seule intégrale. Si α est positif, il y a une infinité d'intégrales développées suivant les puissances de z et Cz^α, C étant une constante. Si α est un entier ou l'inverse d'un entier, on peut toujours être ramené au cas où α est entier; les intégrales sont développées suivant les puissances de z et $Cz\log z$;

» 3° $n>1$. — Il y a toujours une intégrale tendant vers o avec z. Il y en a ou non une infinité d'autres suivant que αz^{n-1} est positif ou négatif. Ce dernier résultat a déjà été donné par M. J. Bendixson. J'ajoute que l'on peut trouver une courbe algébrique ayant avec les intégrales fournies par (3) un contact d'ordre aussi élevé que l'on veut.

» Les intégrales dont il vient d'être question seront dites *de première catégorie*. Je compterai parmi elles les intégrales *singulières multiples*, s'il en existe, mais non les intégrales singulières ordinaires.

» Si une équation (3) ne fournit qu'une intégrale, celle-ci sera dite *intégrale isolée*, de même qu'une intégrale singulière multiple.

» *Étude des autres intégrales.* — Je vais étudier les intégrales correspondant aux diverses déterminations de y'. Je considère, dans le plan réel x, y, un cercle n'ayant à son intérieur d'autre point singulier que, peut-être, l'origine.

» I. *La détermination de y' que l'on considère est une fonction uniforme tout le long de ce cercle.* — 1° *S'il y a des intégrales de première catégorie correspondant à cette détermination*, il n'y a pas d'autres intégrales passant par l'origine. Les intégrales isolées divisent le voisinage de l'origine en régions. Si l'une de ces régions ne contient pas d'intégrales de première catégorie, les caractéristiques qui y passent présentent la disposition de branches de courbes asymptotes aux intégrales isolées. Dans le cas contraire, toutes les intégrales de la région passent par l'origine.

» 2° *Il n'y a pas d'intégrales de première catégorie.* — Les caractéristiques sont des spirales ou des cycles entourant l'origine. Pour qu'il y ait des cycles, il faut qu'une infinité de conditions soient remplies, mais ces conditions ne paraissent pas, en général, susceptibles d'être exprimées algébriquement.

» II. *La détermination de y' considérée n'est pas uniforme.* — Soit $R(x,y)=0$ la condition qui doit être satisfaite pour que deux valeurs de y' soient égales. La détermination y'_1 considérée deviendra, pour un point de la courbe R, égale à une autre détermination y'_2, qui elle-même pourra devenir égale à y'_3, etc. Nous aurons ainsi r valeurs de y' se permutant. Les caractéristiques correspondant à ces déterminations pourront présenter différents arcs séparés ou non par un point de rebroussement, suivant que la branche de la courbe $R = 0$ qu'elles atteignent n'est pas ou est une intégrale singulière.

» 1° *A ces déterminations de y' correspondent des intégrales de première catégorie.* — Si l'on suit une caractéristique, les r déterminations de y' ne se permutent pas indéfiniment. Les caractéristiques, après avoir décrit différents arcs autour de l'origine, finiront par être analogues aux intégrales de I. Les résultats de 1° sont valables.

» 2° *Il n'y a pas d'intégrales de première catégorie correspondant à ces déterminations.* — Les r déterminations se permutent indéfiniment. Les caractéristiques sont composées d'arcs dirigés tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. En général, si l'on parcourt une caractéristique dans un sens convenable, on tend vers l'origine, mais il peut se faire qu'on revienne au point de départ et qu'on ait un cycle. Suivant que r est impair ou pair, le rayon vecteur qui va de l'origine aux points de la caractéristique parcourt tout le plan ou n'en parcourt qu'un secteur.

» Il peut exister une branche de R tout le long de laquelle q déterminations de y' deviennent égales et se permutent, dans le domaine complexe. Si q est impair, une seule de ces déterminations étant réelle, on peut la considérer comme une fonction uniforme dans le domaine réel voisin de R. Si q est pair, on sera dans le cas II.

» Pour distinguer dans lequel des cas 1° et 2° de I et II on se trouve, je pose $x = \rho \cos\omega$, $y = \rho \sin\omega$; l'équation (1) devient $\varphi(\rho, \omega, \rho') = 0$, et je construis la courbe $\varphi(0, \omega, \rho')$, ω et ρ' étant regardées comme les coordonnées d'un point.

» Les résultats obtenus permettent d'étudier les caractéristiques de (1) dans une région plus ou moins étendue du plan, lorsque f est, par

exemple, un polynome en x et y. En particulier, on peut, si l'une des déterminations y' devient infinie pour $x = 0$ et y quelconque, décider si une caractéristique correspondante tend ou non vers une limite lorsque x tend vers zéro. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines relations involutives.* Note de M. **Maurice Lelieuvre**, présentée par M. Painlevé.

« Cette Note se rapporte aux relations entières et symétriques (ou *involutives*) par rapport à p variables $x, y, \ldots, t$, relations qui se rencontrent dans certains problèmes de Géométrie et qui sont caractérisées par la propriété d'être vérifiées par tout groupe de p quelconques des m racines d'un polynome entier $f(x)$; j'appellerai *ordre* de la relation son degré par rapport à chaque variable et je dirai que le polynome $f(x)$ *y satisfait.*

» I. Soit d'abord le cas simple d'une relation $R(x, y) = 0$ d'ordre q entre deux racines x et y ($q \geqq m - 1$). On peut, en divisant $R(x, y)$ successivement par $f(x)$ et $f(y)$, remplacer la relation par une autre $S(x, y) = 0$, d'ordre $m - 1$; soit alors a une racine quelconque de $f(x)$: les deux polynomes $S(x, a)$ et $\frac{f(x)}{x-a}$ doivent avoir les mêmes racines et leur quotient $\varphi(a)$ est entier en a; alors les polynomes $(x-y)\,S(x, y) - f(x)\,\varphi(y)$ et $f(y)$ ont, quel que soit x, les mêmes racines en y; en partant de là et en tenant compte de la symétrie de $R(x, y)$, on arrive immédiatement à la formule

$$(1) \qquad S(x, y) \equiv \frac{f(x)\,\varphi(y) - f(y)\,\varphi(x)}{x - y},$$

dans laquelle $\varphi(x)$ est un polynome entier de degré $m - 1$. Si l'on revient alors à $R(x, y) = 0$, on voit qu'elle peut se mettre sous la forme

$$(2) \qquad R(x, y) \equiv \frac{f(x)\,\Phi(x, y) - f(y)\,\Phi(y, x)}{x - y},$$

$\Phi(x, y)$ étant un polynome entier de degré $q - m + 1$ en x et $q + 1$ en y.

» Considérons particulièrement la relation (1) et cherchons tous les polynomes $F(x)$ de degré m qui y satisfont : si a est une racine d'un tel polynome, il peut s'écrire

$$F(x) \equiv (x - a)\,S(x, a) \equiv f(x)\,\varphi(a) - f(a)\,\varphi(x).$$

» Donc, il appartient au faisceau linéaire $\lambda f(x) + \mu \varphi(x)$, et, réciproquement, il est manifeste que tout polynome de ce faisceau satisfait à la relation (1) : *ainsi tous les polynomes de degré m qui satisfont à la relation* (1) *sont en involution.*

» On aperçoit immédiatement l'application de ce théorème aux polygones de Poncelet : s'il existe un polygone proprement dit de m côtés inscrit dans une conique C et circonscrit à une autre, un des sommets du polygone détermine les $m-1$ autres d'une manière unique : donc, entre les paramètres fixant individuellement sur C deux sommets quelconques doit exister une relation de la forme (1) : par suite, *il y a une infinité de tels polygones dont les sommets forment sur* C *une involution d'ordre m* [1].

» II. La recherche d'un polynome $f(x)$ de degré donné qui satisfait à une relation involutive (2) dépend des équations qui lient les coefficients du polynome et ceux de la relation : elles résultent de l'élimination des coefficients du polynome $\Phi(x, y)$ entre des équations qui les renferment linéairement; la question, très simple dans le cas particulier de la forme (1), est assez compliquée en général. Dans tous les cas, si l'on désigne par A_{pq} le coefficient du déterminant $(x^p y^q)$ dans le produit $(x-y)R(x, y)$, les quantités $T = A_{pq}A_{rs} + A_{qr}A_{ps} + A_{rp}A_{qs}$ jouent dans le problème un rôle fondamental : *elles sont toutes nulles dans le cas de la relation* (1). Si cela a lieu pour la relation (2), elle prend la forme (1), $Q(x, y)$ se décomposant en un produit de deux fonctions entières, l'une de x, l'autre de y, et *il y a une infinité de polynomes* $F(x)$ *qui y satisfont et qui sont les diviseurs de degré m des polynomes de degré* $q+1$ *d'un faisceau linéaire* $\lambda P(x) + \mu Q(x)$: c'est un cas étendu où une infinité de polynomes de degré m satisfont à la relation, mais ce n'est pas toujours le seul.

» Par exemple, s'il existe un tétraèdre inscrit dans une cubique gauche Γ et conjugué par rapport à une quadrique φ, il y en a une infinité dont les sommets forment sur Γ une involution du quatrième ordre; il y a, en général, seulement deux triangles inscrits dans Γ et conjugués par rapport

---

[1] Par une méthode toute différente, M. Darboux (*Sur une classe remarquable de courbes et de surfaces algébriques*. Note II, *Sur les polygones de Poncelet*, p. 183) est arrivé à la forme (1) de la relation entre les paramètres de deux sommets (ou côtés) et en a déduit le théorème de Poncelet. Voir aussi une observation de M. Humbert (*Bull. Soc. math.*, p. 69; 1899) et des vérifications de MM. Bricard (*Bull. Soc. math.*, p. 96; 1898) et Lelieuvre (*Enseignement mathématique*, mars 1901).

à φ : en *supposant irréductible la relation involutive correspondante,* il n'y en a une infinité que si cette relation prend la forme (1) : les triangles sont alors les faces des tétraèdres précédents; l'équation aux paramètres sur la cubique des sommets de chaque triangle dépend d'une arbitraire au troisième degré. Pour qu'il existe un tétraèdre inscrit dans Γ et dont les arêtes soient tangentes à φ, deux relations de condition sont nécessaires : il ne peut y en avoir une infinité que si la relation involutive correspondante, supposée toujours irréductible, est de la forme (1) : les sommets de chaque tétraèdre appartiennent alors à une involution du cinquième ordre tracée sur Γ, et l'équation aux paramètres de ces sommets dépend d'une arbitraire au quatrième degré : dans ce cas, il y aura une infinité de triangles inscrits dans Γ et circonscrits à φ; mais cela peut arriver autrement, par exemple si φ est un cône, auquel cas tout plan tangent à ce cône coupe Γ aux sommets d'un triangle qui répond à la question.

» III. On peut étendre la méthode aux relations renfermant plus de deux racines. Soit, par exemple, une relation d'ordre $m-2$ entre trois racines; par un raisonnement analogue à celui du paragraphe I, on arrive à la forme suivante de la relation :

$$R(x, y, z) \equiv \frac{(y-z)f(x)\varphi(y, z) + (z-x)f(y)\varphi(z, x) + (x-y)f(z)\varphi(x, y)}{(y-z)(z-x)(x-y)}$$

dans laquelle $\varphi(x, y)$ désigne une fonction *symétrique* entière de x et y, *d'ordre* $m-2$.

» Les relations entre les coefficients d'un polynome $f(x)$ satisfaisant à la relation et les coefficients A_{pqr} des déterminants $(x^p y^q z^r)$ dans le produit $(y-z)(z-x)(z-y)R(x, y, z)$ s'obtiennent à l'aide des coefficients B_{pq} des déterminants $(x^p y^q)$ dans le produit $(x-y)\varphi(x, y)$: on démontre qu'*il ne peut y avoir une infinité de polynomes* $f(x)$ de degré m *satisfaisant à la relation que si ce produit est réductible à la forme alternée* $\psi(x)\chi(y) - \psi(y)\chi(x)$; *alors les polynomes cherchés sont ceux d'un réseau linéaire* $\lambda f(x) + \mu\psi(x) + \nu\chi(x)$.

» Par exemple, il y a généralement un seul tétraèdre inscrit dans une cubique gauche et circonscrit à une quadrique; dès qu'il y en a plus d'un, il y en a une infinité, dont les sommets forment sur la cubique une involution du quatrième ordre *à deux paramètres*, ou de *seconde espèce.* »

BALISTIQUE. — *Sur un problème de d'Alembert.* Note de M. F. Siacci.

« Pour que les équations du mouvement d'un projectile dans un milieu résistant se ramènent aux quadratures, la résistance étant supposée directement contraire à la vitesse et fonction de la seule vitesse, il faut intégrer l'équation

$$(1) \qquad du\cos\theta - u(\rho + \sin\theta)\,d\theta = 0,$$

où u est la vitesse, θ l'angle qu'elle fait avec l'horizon, ρ le rapport de la résistance au poids du projectile. D'Alembert chercha des formes de la fonction ρ permettant cette intégration, et il en trouva quatre :

$$\rho = a + bu^n, \qquad \rho = a + b\log u,$$
$$\rho = au^n + \mathrm{R} + bu^{-n}, \qquad \rho = a(\log u)^2 + \mathrm{R}\log u + b,$$

avec deux ou trois constantes chacune, car dans les deux dernières formules les quantités a, b, R, n et a, b, R sont respectivement liées par une équation. Avant d'Alembert on ne connaissait que le seul cas $\rho = au^n$ résolu par Jean Bernoulli. D'Alembert après avoir indiqué ces cas ajoute : « Je ne prétends pas, au reste, qu'il n'y ait que ces seuls cas où la trajec» toire soit constructible; mais je laisse à ceux qui aiment ces sortes de » calculs à pousser plus loin leurs recherches là-dessus ». (D'Alembert, *Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides,* Paris, p. 359; 1744.)

» L'appel est resté sans réponse, que je sache. Le problème de d'Alembert pourtant ne manque pas d'intérêt, même au point de vue pratique. Si l'on connaissait bon nombre de fonctions ρ contenant plusieurs constantes arbitraires et permettant l'intégration de (1), on pourrait espérer d'y trouver une fonction ρ s'accordant avec la résistance donnée par les expériences. La fonction $a + bu$, par exemple, qui rentre dans les cas de d'Alembert, représente une loi de la résistance de l'air, signalée récemment par M. le colonel Chapel (*Comptes rendus* du 10 décembre 1894); mais la loi de Chapel ne vaut que pour les hautes vitesses. Le problème de d'Alembert d'ailleurs fait abstraction des conditions pratiques, et comme problème d'analyse, il pourrait bien appeler l'attention des géomètres.

» En attendant, je donne ici quelques nouveaux cas d'intégrabilité. Trois des nouvelles fonctions ρ contiennent quatre constantes arbitraires, et deux de ces fonctions dérivent de l'intégration d'une équation de Riccati, un peu plus générale que l'ordinaire.

» Soit $\mu = a\int \rho\, du - au\sin\theta - b\int \frac{d\theta}{\cos\theta}$, et multiplions (1) par $e^{\mu}(u\cos\theta)^{-n}$; a, b, n sont des constantes. On trouve que ce multiplicateur est un facteur intégrant de (1), si ρ vérifie l'équation

$$(2) \qquad \frac{d(\rho u^{1-n})}{du} + au^{1-n}(\rho^2 - 1) = bu^{-n}\ldots.$$

» Si l'on fait $a = 0$, on a de suite les deux premières formules de d'Alembert, suivant que $n \gtrless 1$, ou $n = 1$. Dans le cas général, en posant $n = \frac{1}{q}$, $au = \frac{x^q}{q}$, $\rho = yx^{1-q}$, on a l'équation

$$(2)' \qquad \frac{dy}{dx} + y^2 = x^{2q-2} + bqx^{q-2}\ldots,$$

un peu plus générale que l'équation ordinaire de Riccati ($b = 0$), qu'on sait intégrer au moyen de fonctions algébriques et exponentielles lorsque $q = 0$, ou $\frac{1}{q}$ est un nombre impair positif ou négatif. Mais on peut aussi intégrer l'équation (2) ou (2)', au moyen des mêmes fonctions, lorsque, h et k étant deux nombres entiers et positifs (zéro compris), on a $b = h - k$, $\frac{1}{q} = n = \pm(1 + h + k)$ (¹). Posons

$$F(s, t, u) = 1 + \sum_{i=1} \frac{s(s-1)(s-2)\ldots(s-i+1)}{(s+t)(s+t-1)\ldots(s+t-i+1)} \frac{(2au)^i}{1.2\ldots i},$$

avec ces conditions : 1° que pour $s + t = 0$, ainsi que pour $s = 0$, soit $F = 1$; 2° que si $s + t$ est entier et positif, s soit aussi entier et positif et, dans ce cas, le développement de F s'arrête au terme où $i = s$. Cela posé, l'intégrale de (2) s'obtient en dérivant logarithmiquement par rapport à u l'une ou l'autre des équations suivantes :

$$\text{(I)} \qquad e^{a\int\rho du} = e^{au}F(h, k, -u) + Ce^{-au}F(k, h, u) \quad (b = h - k,\ n = \ \ 1 + h + k);$$

$$\text{(II)} \quad (au)^{-n}e^{a\int\rho du} = e^{au}F(h, k, -u) + Ce^{-au}F(k, h, u) \quad (b = h - k,\ n = -1 - h - k);$$

C est une constante arbitraire. Si h et k sont entiers et positifs, les fonctions F sont des polynomes finis. Si b et n ne sont pas compatibles avec h et k entiers et positifs (zéro compris), on aura des séries convergentes, quel que soit u, en prenant (II) lorsque n est positif et en prenant (I) lorsque n est négatif. De cette manière, $h + k$ est toujours négatif, et le dénominateur en F ne s'annule jamais.

(¹) Siacci, *Sulla integrazione di una equazione differenziale, e sull' equazione di Riccati* (*Rendiconti della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli*, aprile 1901).

» On peut avoir d'autres cas d'intégrabilité en donnant d'autres formes au facteur intégrant. Si l'on multiplie (1) par

$$M = (u\cos\theta)^{-1}(1+\sin\theta)^{-\alpha}(1-\sin\theta)^{-\beta}[\lambda(1+\sin\theta)+\mu(1-\sin\theta)]^{p},$$

où α, β, p sont des constantes et λ et μ des fonctions inconnues de u, on trouve que M est un facteur intégrant de (1), si λ, μ, ρ vérifient ces équations

$$u\,d[(\rho+1)\lambda^p] = 2\beta\lambda^p du, \qquad u\,d[(\rho-1)\mu^p] = 2\alpha\mu^p du,$$
$$\lambda - \mu = k u^{\frac{p-\alpha+\beta}{p}},$$

k étant une constante. Les deux intégrations s'exécuteut sans difficulté : 1° lorsque $\alpha=\beta=0$; 2° lorsque $p=1$ et l'on annule la constante de la première intégration ; 3° lorsque $\beta=0$, $p=\alpha$; 4° lorsque $\alpha=0$, $p=-\beta$. On trouve dans ces cas :

(III) $$u = a(\rho+1)^c + b(\rho-1)^c,$$

(IV) $$cu = (\rho+1+2a)^a(\rho-1-2b)^b[(a+b+2)\rho+a-b],$$

(V) $$Cu = \frac{e^{\frac{c}{2}\int\frac{d\rho}{1+a(\rho-1)^c}}}{1+\alpha(\rho-1)^c},$$

(VI) $$Cu = \frac{e^{-\frac{c}{2}\int\frac{d\rho}{1+b(\rho+1)^c}}}{1+b(\rho+1)^c},$$

a, b, c, C étant des constantes arbitraires liées, ou non, avec les arbitraires α, β, p, k.

» Si l'on donne au facteur intégrant l'une ou l'autre de ces formes

$$\frac{(f+g\sin\theta+h\sin^2\theta)^{\frac{1}{2}}}{u\cos\theta}, \qquad \frac{1}{u\cos\theta}\left(\frac{f+g\sin\theta}{1+h\sin\theta}\right)^{\frac{1}{c}},$$

f, g, h étant des fonctions inconnues de u, on trouve des équations différentielles qui s'intègrent facilement. On détermine de cette manière f, g, h, et l'on obtient pour ρ les équations suivantes :

(VII) $$\frac{\alpha}{(\rho+1)^2} + \frac{b}{(\rho-1)^2} = u^2\rho + cu,$$

(VIII) $$\log\int u\,d\rho = \frac{c}{2}\int\frac{d\rho}{1+a(\rho-1)^c} - \frac{c}{2}\int\frac{d\rho}{1+b(\rho+1)^c} + \text{C}.$$

» La dernière formule donne u en fonction de ρ, avec un nombre fini de termes lorsque c est rationnel, et contient quatre constantes arbitraires, comme (I) et (II). Elle contient aussi, comme cas particuliers, les formules (V) et (VI).

» On peut avoir encore un cas d'intégrabilité de (1) en prenant pour facteur intégrant $e^{\mu}(u\cos\theta)^{-1}$ avec

$$\mu = \left(a\int\rho\,du - au\sin\theta\right)^2 + 2a^2\int u\,du(\rho^2 - 1).$$

La fonction ρ s'obtient au moyen d'une équation du second ordre qu'on intègre facilement. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une expérience d'oscillation électrique.* Note de M. H. PELLAT, présentée par M. Lippmann.

« J'ai l'honneur de signaler à l'Académie une expérience dont le résultat paraît paradoxal au premier abord, mais qui s'explique très facilement par les oscillations électriques.

» Deux condensateurs de capacité très inégale (une batterie de six grandes jarres et une petite bouteille de Leyde, par exemple) ont leurs armatures respectivement en communication par un inverseur qui permet d'alterner les communications. Celui-ci est monté sur colonnes d'ébonite de façon à pouvoir opérer avec des potentiels élevés. Toutes les armatures des condensateurs, ou trois d'entre elles, au moins, sont isolées. Deux tiges de décharges sont placées près du petit condensateur et permettent à l'étincelle d'éclater quand la différence de potentiel des armatures devient suffisante.

» Si l'on vient à charger les condensateurs de façon à leur donner la moitié seulement de la charge nécessaire à la production de l'étincelle, ou même un peu moins, et qu'on vienne ensuite à intervertir les communications des armatures en faisant jouer l'inverseur, l'étincelle éclate entre les tiges de décharges.

» Or remarquons que, si l'étincelle n'éclatait pas, après l'inversion et l'état d'équilibre atteint, la différence de potentiel des armatures aurait diminué, puisque l'inversion fait communiquer l'armature positive de l'un des condensateurs avec l'armature négative de l'autre et *vice versa*. Malgré cela, la différence de potentiel des armatures du petit condensateur a plus que doublé à un certain moment, par suite des oscillations électriques, puisque l'étincelle éclate.

» La théorie classique des oscillations électriques rend compte parfaitement de toutes les particularités du phénomène. Les calculs, que je

publierai dans un prochain Mémoire, sont plus compliqués que dans la décharge d'un condensateur, mais n'offrent pas de difficultés. On les abrège en négligeant des quantités très petites qui ne donneraient que des termes inobservables dans l'expérience.

» On trouve ainsi pour la différence de potentiel maximum V_m pendant l'oscillation, en appelant V_o la différence du potentiel avant l'inversion et C et c les capacités du grand et du petit condensateur, la relation très simple

$$(1) \qquad V_m = V_o \frac{3C - c}{C + c}.$$

» La différence de potentiel maximum W_m entre deux points du circuit tels que, en passant de l'un à l'autre par le petit condensateur, le coefficient de self-induction soit L', en appelant L le coefficient de self-induction de tout le circuit, est donnée par

$$(2) \qquad \frac{W_m}{V_o} = \frac{C - c}{C + c} + \frac{2C}{C + c}\left(1 - \frac{L'}{L}\frac{C + c}{C}\right).$$

» Sur les deux fils parallèles qui réunissent les armatures, il y a un nœud, c'est-à-dire qu'entre deux points particuliers se faisant face la différence de potentiel reste constante pendant l'oscillation, étant de sens inverse au même moment de part et d'autre du nœud. On a pour la position de celui-ci

$$(3) \qquad \frac{L'}{L} = \frac{C}{C + c}.$$

Le rapport des coefficients de self-induction L' et L étant sensiblement le même que celui des distances au petit condensateur du nœud et du grand condensateur, on voit que, si les capacités sont égales, le nœud est au milieu, mais qu'il est plus près du grand condensateur si les capacités sont inégales.

» La relation (1) montre que la différence de potentiel maximum entre les armatures du petit condensateur tend vers 3 fois la différence de potentiel initiale, quand le rapport des deux capacités tend vers zéro.

» J'ai vérifié expérimentalement l'exactitude de la relation (1).

» Les différences de potentiel étaient mesurées par un électromètre de MM. Bichat et Blondlot; on déterminait la différence de potentiel nécessaire pour avoir la décharge sans inversion, puis la plus petite des différences qui amenaient l'explosion après inversion. Les tiges de décharges étaient placées aussi près que possible des armatures

du petit condensateur, de façon à avoir sensiblement l'explosion correspondant à la différence de potentiel de celui-ci. J'ai trouvé ainsi pour le rapport $\frac{Vm}{V_0}$ le nombre 2,4 comme moyenne des expériences, tandis que la relation (1) donnait, d'après la connaissance des capacités, le nombre 2,8. La concordance paraîtra très satisfaisante, si l'on songe aux irrégularités des expériences où l'on mesure une différence de potentiel explosive.

» La connaissance de ce phénomène n'est pas sans intérêt pratique, car on voit que l'inversion des communications peut amener la rupture de l'isolant du petit condensateur, ou produire des différences de potentiel dangereuses. »

MAGNÉTISME. — *Perméabilité des aciers au nickel dans des champs intenses.* Note de M. René Paillot, présentée par M. G. Lippmann.

« J'ai employé la méthode de l'*isthme*.

» Des pièces polaires tronconiques, ayant 60°30′ pour demi-angle d'ouverture, étaient adaptées aux deux branches de l'électro-aimant de M. du Bois et donnaient un champ uniforme dans un entrefer de $0^{cm},33$ de longueur et $0^{cm},6$ de diamètre.

» Les aciers au nickel étaient sous forme de barreaux de $0^{cm},32$ de diamètre; leurs extrémités étaient soigneusement dressées, et leur longueur telle qu'ils entraient à frottement dur entre les surfaces polaires. On enroulait autour de ces barreaux cinq tours de fil de cuivre recouvert de soie et relié à un galvanomètre balistique. Les barreaux étaient maintenus entre deux lames de laiton, réunies par des vis, présentant deux trous en regard laissant passer les extrémités des barreaux et une petite cavité où logeaient les spires du fil de cuivre.

» Une pièce de bronze formée de deux anneaux réunis par trois entretoises servait à maintenir constante la distance des surfaces polaires en même temps qu'à guider la double lame de laiton, de manière à introduire toujours le barreau à étudier au même endroit du champ. On pouvait, en outre, avec ce dispositif, substituer facilement les barreaux d'acier les uns aux autres.

» Ces barreaux étaient retirés brusquement hors du champ. Les inductions et les champs magnétiques correspondants étaient comparés au champ créé à l'intérieur d'une longue bobine de dimensions déterminées par un courant d'intensité connue.

» Le galvanomètre balistique était situé à une distance de 50 mètres de l'électro-aimant. Un inverseur de courants permettait de faire les lectures de part et d'autre de la position d'équilibre de l'image lumineuse de manière à se mettre à l'abri des variations possibles du zéro. J'ai pris, en général, la moyenne de quatre lectures.

» Des expériences préliminaires effectuées sur quelques échantillons de

fer doux et d'acier ordinaire m'ont donné des nombres très voisins de ceux d'Ewing et Low ([1]).

» Voici quelques-uns des résultats que j'ai obtenus avec des aciers au nickel qui m'ont été obligeamment envoyés par M. Ch.-Éd. Guillaume :

» I. *Acier irréversible* contenant 24,1 pour 100 de nickel et 0,3 pour 100 de carbone. (Température moyenne pendant l'expérience : 15°.)

B.	H.	μ.
20462	20050	1,020
27205	25910	1,049
29309	28182	1,040
30975	29471	1,051
32597	30098	1,083

» Ce tableau montre que la perméabilité augmente sensiblement dans des champs intenses ([2]).

» II. *Aciers réversibles* contenant l'un 26 pour 100, l'autre 27,2 pour 100 de nickel.

» La perméabilité atteint la valeur de 1,19 pour un champ voisin de 4000 unités C.G.S. Elle reste pratiquement constante jusqu'à H = 30000 unités C.G.S.

» III. Aciers renfermant, avec le nickel, de petites quantités de chrome ou de manganèse.

» Les nombres obtenus montrent que la perméabilité diminue régulièrement lorsque le champ augmente.

» Voici les valeurs de B, H et μ pour les champs minima et maxima que j'ai employés :

	B.	H.	μ.
Acier à 27,2 p. 100 de nickel et 1,48 p. 100 de chrome....	8834	5356	1,64
	37766	30704	1,23
Acier à 29,1 p. 100 de nickel et 1,4 p. 100 de chrome.....	10693	3427	3,12
	40756	30643	1,33
Acier à 30,4 p. 100 de nickel et 1,3 p. 100 de chrome.....	5613	3530	1,59
	40279	30748	1,31
Acier à 41,7 p. 100 de nickel et 1,3 p. 100 de manganèse..	4925	3220	1,52
	38990	29992	1,30
Acier à 29,6 p. 100 de nickel et 1,1 p. 100 de manganèse..	10166	3128	3,25
	36113	30094	1,20
Acier à 35 p. 100 de nickel et 0,3 p. 100 de manganèse....	14964	3246	4,61
	59065	30446	1,94

([1]) Ewing et Low, *On the Magnetisation of Iron and other magnetic Metals in very strong Fields* (*Philos. Trans.*, p. 221; 1889).

([2]) Ce résultat confirme les prévisions de M. Ch.-Éd. Guillaume.

ACOUSTIQUE. — *Sur les lois de l'écoulement de l'air dans les instruments de musique.* Note de M. **Firmin Larroque**, présentée par M. A. Cornu.

« Les instruments de musique à embouchure rendent, suivant la pression du souffle de l'instrumentiste, des sons doux ou des sons éclatants, *cuivrés*. Les graphiques vibratoires qui correspondent à ces deux sortes de sons diffèrent, les sons *cuivrés* donnant lieu à des élongations périodiques sur l'axe des abscisses, qui révèlent l'existence d'interruptions périodiques du mouvement vibratoire et de l'écoulement. Pour expliquer ces phénomènes, il nous suffira de remarquer que, par sa mise en vibration dans le tube de l'instrument, l'air acquiert une quasi-viscosité, et d'appliquer à son écoulement les lois qui concernent les mouvements des liquides dans les vases communiquants. Si le liquide est visqueux, il s'écoule lentement sans oscillation; c'est, abstraction faite de la vibration sonore, ainsi que s'écoule l'air pendant l'émission des sons doux. Si le liquide est fluide, il passe brusquement d'un vase dans l'autre, et, en vertu de la vitesse acquise, il dépasse d'abord le niveau d'équilibre pour osciller ensuite de part et d'autre de ce niveau; c'est précisément de semblable manière que s'écoule l'air dans les instruments à embouchure lorsqu'ils émettent des sons *cuivrés :* la pression du souffle de l'instrumentiste est assez considérable pour annuler en quelque sorte la viscosité de l'air due à l'état vibratoire, et pour que l'oscillation précitée ait lieu. Cette oscillation se répercute sur les lèvres de l'instrumentiste, ainsi qu'en font foi les graphiques vibratoires de ces organes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les composés organo-magnésiens aromatiques.* Note de MM. **Tissier** et **Guignard**, présentée par M. Moissan.

« Les composés organo-magnésiens produits par l'action du magnésium métallique sur les éthers halogénés des alcools, indiqués et réalisés pour la première fois par l'un de nous (*Comptes rendus,* t. CXXX), ont été immédiatement, soit de notre part, soit de la part de divers savants, l'objet d'un certain nombre de travaux présentés à l'Académie.

» Ils constituent, en effet, une méthode commode de synthèse en Chimie organique.

» Nous avons essayé de généraliser cette méthode, appliquée jusqu'ici exclusivement à la série grasse, et de préparer des composés dans lesquels

le magnésium serait uni directement à un noyau aromatique simple ou substitué.

» Les dérivés halogénés du benzène et de ses homologues réagissent facilement sur le magnésium, avec formation de composés organo-métalliques analogues à ceux de la série grasse. Le mode opératoire reste le même. En faisant tomber lentement sur le magnésium le benzène monobromé et le toluène monobromé, additionnés d'un volume d'éther anhydre, nous avons obtenu les dérivés organo-métalliques correspondants $C^6H^5 - Mg - Br$ et $C^6H^4(CH^3) - Mg - Br$. Ces composés cristallisent déjà dans l'éther qui les baigne, à la température ordinaire, et, par refroidissement à l'eau glacée, le tout se prend en masse cristalline. Au début de l'opération, il est nécessaire de chauffer légèrement le ballon dans lequel on effectue la préparation, ou encore d'y projeter une petite parcelle d'iode pour amorcer la réaction, qui marche dès lors régulièrement.

» Les chlorures et les anhydrides d'acides, les éthers-sels, les aldéhydes primaires et les aldéhydes secondaires réagissent sur le bromure de magnésium phényle et sur le bromure de magnésium tolyle avec autant d'énergie que sur les composés organo-métalliques de la série grasse. Nous avons pu ainsi faire la synthèse de toute une série de corps nouveaux dont la détermination exacte, assez longue, fera l'objet d'un Mémoire plus complet.

» Pour mettre en évidence le sens de ces réactions et montrer qu'elles sont parallèles à celles déjà obtenues dans la série grasse, nous avons préparé quelques corps connus, par l'action du bromure de magnésium phényle sur le chlorure d'acétyle, sur l'acétone et sur le benzoate de méthyle.

» *Benzoate de méthyle.* — Le benzoate de méthyle, dilué dans l'éther, est versé goutte à goutte sur le bromure de magnésium phényle. La réaction, d'abord très vive, doit être ralentie en plaçant le ballon dans la glace; bientôt elle devient plus modérée et l'on peut cesser de refroidir. Il se sépare un magma cristallin peu soluble dans l'éther. On termine l'opération et l'on abandonne le ballon à lui-même pendant quelque temps, pour que la réaction s'achève. On jette enfin le tout dans l'eau glacée pour décomposer la combinaison organo-métallique.

» L'éther qui surnage, séparé et séché, abandonne par évaporation des cristaux abondants de triphénylcarbinol $(C^6H^5)^3 \equiv COH$, qu'une nouvelle cristallisation dans l'alcool permet d'obtenir purs. Le triphénylcarbinol a été caractérisé par son point de fusion, 158°-159°, par l'analyse et par son poids moléculaire.

» Les rendements sont presque théoriques. Il faut $\frac{1}{2}$ molécule de benzoate pour une molécule de composé organo-magnésien.

» *Acétone.* — Avec l'acétone et en opérant de la même manière, le bromure de magnésium phényle donne le diméthylphénylcarbinol $\begin{matrix} C^6H^5 \\ (CH^3)^2 \end{matrix}\!\!\gg COH$, fusible à 23°.

» *Chlorure d'acétyle.* — Le chlorure d'acétyle fournit, avec le bromure de magnésium phényle, non pas le carbinol correspondant, mais, par déshydratation, le diphényléthylène $(C^6H^5)^2 = C = CH^2$, liquide bouillant à 152° sous 14^{mm} de pression.

» Les équations qui rendent compte des réactions sont identiques à celles que nous avons indiquées pour la série grasse. Il suffit, pour s'en convaincre, de comparer les résultats obtenus dans les deux cas. Si les dérivés halogénés du benzène et de ses homologues réagissent facilement sur le magnésium, il n'en est pas de même du naphtalène bromé α ou β, qui présente une résistance assez grande. La réaction ne s'effectue qu'avec une extrême lenteur, même à la température d'ébullition de l'éther. En résumé, les éthers halogénés de la série aromatique réagissent sur le magnésium comme ceux de la série grasse, mais la vitesse de réaction va en diminuant avec la complication du noyau. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Du dédoublement des albuminoïdes ou protoplasmides.* Note de M. A. Étard, présentée par M. Duclaux.

« Les os de bœuf décalcifiés, soumis à l'action de l'acide sulfurique à 20 pour 100 pendant quarante-huit heures à la température d'ébullition, se dissolvent aisément. Cette hydrolyse ressemble à celle d'un saccharide condensé.

» Les liqueurs sulfuriques doivent être saturées par la craie afin d'éliminer sans difficulté la presque totalité de l'acide, bien que le sulfate de calcium dissous dans les eaux doive être chassé ultérieurement par la baryte.

» Les liqueurs organiques neutres et chargées de sulfate calcique dissous, ou de chaux combinée, étant concentrées laissent déposer très peu de tyrosine et des matières riches en glycocolle et leucine (*Annales de l'Institut Pasteur,* mai 1901).

» Ces matières bien connues sont purifiées, et les résidus s'ajoutent aux matériaux incristallisables dans ces milieux.

» A leur tour, les sirops incristallisables doivent être traités.

» A cet effet, après addition d'eau, on les sature par un excès notable de baryte qui enlève définitivement l'acide sulfurique, on filtre, puis on chasse la baryte excédante par un courant prolongé de gaz carbonique qui fait disparaître la chaux en même temps. Avec peu de baryte, tout le sulfate de chaux peut se séparer exactement, et la substance organique est engagée seulement avec de la baryte si sa fonction est acide. Il ne reste plus qu'à concentrer dans le vide à consistance de sirop.

» Le sirop barytique est malaxé avec un excès d'alcool méthylique concentré; il se forme une matière poisseuse qui, bientôt, prend de la consistance et présente en s'étirant un bel aspect chatoyant et fibreux, tandis que l'alcool méthylique se charge d'une substance brune assez fluorescente. Dans une nouvelle dose d'alcool méthylique la matière se dessèche plus complètement et se résout en une poudre blanche, dure, de nature cristalline. Pour achever la purification, on procède au lessivage méthodique par l'alcool méthylique bouillant dans un appareil à déplacement, puis tous les liquides colorés sont réunis. Dans ces conditions, la tyrosine, la leucine et le glycocolle qui pourraient rester sont dissous, ainsi qu'un peu de matière sirupeuse fluorescente.

» En résumé, les os décalcifiés se séparent à l'hydrolyse simple en trois groupes de matières :

» 1° Glycocolle, leucine et un peu de tyrosine;

» 2° Une matière sirupeuse très soluble dans l'alcool méthylique concentré;

» 3° Une matière tout à fait insoluble dans l'alcool méthylique concentré.

» Le premier groupe est, pour les os, le moins important.

» La masse, complètement insoluble dans l'alcool, est assez déliquescente, ne donne pas de réaction avec les réactifs des albuminoïdes ni des alcaloïdes. Bien qu'elle puisse être un mélange de deux dérivés du même groupe, isomères ou différents, je donne son analyse comme aboutissant d'un travail réel :

		Théorie pour $C^{18}H^{41}Az^{5}O^{20}Ba^{2}$.
C	24,5	23,4
H	4,0	4,4
Az	7,4	7,6
Ba	34,5	34,7
O	29,4	29,7

» Nous sommes ici en présence d'un dérivé très chargé en baryte en raison des circonstances de sa préparation. Si ce dérivé préparé en grandes masses peut être obtenu plus pur, il n'en est pas moins bien caractérisé, car sa solution aqueuse ne précipite plus par l'acide carbonique.

» Jusqu'à ce jour, la chaux ou la baryte des produits d'hydrolyse a été chassée parce que ces bases étaient considérées comme liées à l'acide acétique ou formant des cendres peu importantes; en agissant ainsi, on se prive d'un des meilleurs modes de séparation que j'aie pu trouver quant à présent et que je signale à l'attention des chimistes s'occupant de ces questions.

» Le glycocolle, la leucine, la tyrosine se séparent, comme nous l'avons vu, du dérivé barytique par l'alcool méthylique bouillant. Cependant, des doutes pourraient subsister, et, de plus, il serait légitime de penser que la matière en question n'est qu'un mélange d'un corps azoté et d'acétate de baryum ou d'autres sels analogues. Il faut donc remonter à la matière organique exempte de baryte.

» Dans ce but, le produit barytique a été traité par un petit excès d'acide sulfurique étendu; après concentration à l'état de sirop, le résidu organique privé de baryte est précipité par de l'alcool méthylique et longtemps malaxé avec ce liquide. Il est évident que, dans ces conditions, on dissoudrait non seulement le peu d'acide sulfurique présent, mais encore l'acide acétique, s'il existait, et la plupart des acides mono et bibasiques connus.

» Ce traitement provoque la dissolution d'une certaine quantité de matière non étudiée et qui pouvait influer sur l'analyse brute du dérivé barytique donnée ci-dessus. Il reste à l'état insoluble, dans le milieu méthylique, une belle substance sablonneuse, blanche, nettement cristalline au microscope, donnant la sensation d'un frottement dur sous la baguette de verre et fort déliquescente à l'air.

» Analyse :

			Théorie pour $C^{18}H^{35}Az^5O^{15}$.
C	38,33	39,6	38,5
H	6,31	6,7	6,2
Az	12,51	12,64	12,5
O	41,79	41,06	42,6

» La déliquescence de la matière, à l'état de pureté où je la possède en ce moment, rend les pesées très difficiles.

» Les corps de cette espèce pouvant être fort nombreux, je propose de désigner ceux que je puis trouver en juxtaposant le nom de l'espèce naturelle à celui du tissu. Le corps que je viens de décrire sommairement prendrait ainsi le nom de *bos-ostéoplasmide*.

» Qu'il existe ou non un carboxyle CO^2H dans cet ostéoplasmide, on peut le titrer avec de l'eau de baryte et un indice colorant. On constate ainsi la fixation de 21,7 pour 100 de BaO, soit une molécule, alors que la formule $C^{18}H^{35}Az^5O^{15}BaO$ exige 21,4.

» *Conclusions.* — Ces corps, dérivés des albuminoïdes ou protoplasmides, doivent être considérés comme des saccharides azotés, dont un exemple simple est donné par la chitosamine.

» Par des corps semblables doit s'établir une relation entre les divers états de condensation des albumines et des sucres.

» Ce premier travail indique que les produits de dédoublement des protoplasmides contiennent, à côté de quantités variables d'acides amidés, des corps fortement oxygénés en masse prépondérante. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Différence de constitution de la bile suivant l'âge et l'état d'engraissement des animaux.* Note de M. **R.-L. Craciunu**, présentée par M. Armand Gautier.

« Notre but, en entreprenant ces recherches, était surtout de déterminer quelles sont les conditions qui concourent à la formation des calculs biliaires. Ce but, s'il n'a pas été encore atteint, nous a du moins déjà fourni quelques résultats intéressants que nous nous permettons de présenter à l'Académie.

» Voici d'abord le mode opératoire que nous avons adopté pour l'analyse de la bile :

» La bile fraîche était extraite de la vésicule biliaire fort peu de temps après la mort de l'animal; l'on en prenait la densité à la balance de Mohr.

» Un volume déterminé est desséché à l'étuve à 110° jusqu'à poids constant : on obtient ainsi l'eau et la totalité des matières solides. Le résidu pulvérisé est épuisé à l'éther qui dissout la cholestérine, la lécithine et les corps gras et qui laisse une partie insoluble A. L'éther évaporé abandonne, par dessiccation à 100°, un résidu que l'on pèse (B). Ce résidu est saponifié au bain-marie par une solution alcoolique de potasse; l'alcool étant évaporé, on reprend le tout par l'eau et l'éther qui dissout la cholestérine, que l'on pèse; son poids retranché de B donne par différence les acides gras et la lécithine. D'autre part, la partie insoluble A est épuisée par l'alcool à 90° bouillant; il reste de nouveau une partie insoluble que l'on sèche et pèse et qui représente le mucus, un peu de matière colorante et les sels fixes de la bile; quant aux corps dissous dans l'alcool on en trouve le poids après évaporation de ce dissolvant et dessiccation : ce poids représente les taurocholates et le glycocholate de sodium.

» Cette méthode assez rapide nous a semblé d'une exactitude très suffisante pour nos recherches.

» Nos expériences, qui ont porté sur la bile de dix-huit animaux, forment deux séries distinctes : d'une part, celles ayant trait aux animaux jeunes ou vieux et maigres; de l'autre, celles qui se rapportent aux animaux jeunes ou vieux, mais gras.

» Nous ne pouvons donner ici le Tableau de nos chiffres analytiques, qui sont, d'ailleurs, très concordants dans leur détail; nous nous conten-

terons d'indiquer seulement les moyennes qu'ils nous ont fournies. Nos chiffres répondent à 100 de bile fraîche :

	Résidu sec.	Eau.	Mucine et sels fixes.	Cholestérine.	Corps gras et lécithine.	Taurocholate et glycocholate de sodium.
Animaux jeunes et maigres (de 3 semaines à 3 ans et demi).	10,5489	89,4511	0,5355	0,0853	0,3206	9,6163
Animaux jeunes et gras......	9,8024	90,1976	0,3363	0,0851	0,2774	8,9725
Animaux vieux et maigres (de 5 ans à 12 ans)............	8,0716	91,9284	0,2982	0,0629	0,7043	7,1509
Animaux vieux et gras........	7,9717	92,0283	0,2088	0,0324	0,2852	7,4344

» De l'examen de ce Tableau il ressort que la bile des animaux jeunes, qu'ils soient gras ou maigres, contient plus de matières concourant à former le résidu sec et, par conséquent, moins d'eau que la bile des animaux vieux, gras ou maigres. La mucine, les sels fixes, la cholestérine, les taurocholates et les glycocholates de soude sont plus abondants chez les animaux jeunes; par contre, les corps gras et la lécithine l'emportent chez les animaux âgés.

» Si maintenant, au lieu de comparer la bile des animaux suivant leur âge, nous la comparons suivant leur état d'engraissement, nous obtenons le Tableau de moyennes suivant :

	Résidu sec.	Eau.	Mucine et sels fixes.	Cholestérine.	Corps gras et lécithine.	Taurocholate et glycocholate de sodium.
Animaux maigres (jeunes ou vieux).	9,1726	90,8274	0,4037	0,0742	0,5125	8,2466
Animaux gras (jeunes ou vieux).	8,7853	91,2147	0,2657	0,0558	0,2817	8,1180

» On voit que les animaux maigres ont une bile plus riche en résidu sec que les animaux gras et que, par conséquent, l'eau est en plus grande quantité dans la bile de ces derniers; les animaux maigres éliminent plus de mucine, de sels fixes, de cholestérine, de corps gras, de lécithine et de taurocholate et glycocholate de sodium que les animaux gras.

» Sans vouloir tirer une règle générale de ces expériences, nous croyons pouvoir dire cependant que les déchets qui s'accumulent dans la bile sont plus abondants dans la jeunesse et à l'état de maigreur que dans la vieillesse et à l'état d'engraissement. Or, si l'on considère que l'excrétion de la bile est fonction de l'activité vitale, ces résultats n'ont rien qui doive surprendre. Pourtant, en ce qui concerne l'excrétion de la lécithine, il est cu-

rieux de voir qu'elle est maxima chez les animaux vieux, maigres ou gras, comme si cette substance était ici un produit de déchet de l'organisme, manière de voir qui s'accorderait assez bien avec les récentes expériences de M. Wildiers (*La Cellule*, t. XVII, p. 385).

» Nous nous proposons, dans un prochain travail, de poursuivre l'étude des causes qui président à la formation des calculs biliaires. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'acide phosphorique des sols.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« I. *Acide phosphorique soluble à l'eau.* — Malgré leurs proportions toujours minimes, les phosphates dissous dans l'eau qui imprègne le sol peuvent, je crois l'avoir montré (*Comptes rendus*, 1898), normalement et en dehors des additions de superphosphates, tenir une grande place dans l'alimentation des plantes. L'importance qui s'y attache vient de ce qu'ils se renouvellent dans l'eau à mesure que les racines les consomment. Elle suppose dans le sol l'existence d'un certain approvisionnement de phosphates susceptibles d'être dissous par l'eau. J'ai voulu avoir une évaluation de cet approvisionnement. Pour cela, j'ai cherché à retirer de la terre tout l'acide phosphorique que l'eau pourrait lui prendre.

» En agitant 300^{gr} de terre avec 1300^{cc} d'eau, suivant un procédé déjà décrit, décantant ensuite 1^{lit} et le remplaçant par de l'eau neuve, puis recommençant ces opérations un grand nombre de fois et analysant divers litres décantés, j'ai obtenu successivement :

	Décantations.							
	1re.	2e.	5e.	10e.	19e.	21e.	22e.	23e.
P^2O^5 dans divers litres décantés. Terre de Boulogne..	mgr 3,2	mgr 3,2	mgr 2,7	mgr 1,5	»	mgr 0,46	»	mgr 0,41
Terre de Joinville ..	1,4	1,4	»	0,8	0,32	»	0,27	»
Terre de Neauphle..	0,9	»	»	0,6	0,17	»	0,21	»

» On voit nettement par ces chiffres l'enlèvement progressif de l'acide phosphorique. A l'aide de courbes qu'ils permettent de tracer, on obtient facilement le total d'acide soustrait par l'eau à 300^{gr} de terre; on passe de là à l'hectare de 4000 tonnes, en restant d'ailleurs au-dessous du véritable approvisionnement cherché, car l'épuisement de la terre n'a pas été achevé. Ce calcul donne :

		Dans 300^{gr} de terre.	Pour un hectare.
P^2O^5 soluble à l'eau.	Boulogne	mgr 33	kg 440
	Joinville	16	210
	Neauphle.......	10	130

» Ainsi, il y a par hectare un stock d'acide phosphorique soluble à l'eau qui, dans des terres de fertilité convenable, comme les précédentes, pourrait à lui seul subvenir aux besoins de cinq, dix ou vingt récoltes ; ce n'est pas là une présomption, ainsi qu'il résultait de mes premières expériences; c'est un fait. Et ce stock, dont nous pouvons estimer la valeur à une époque donnée, s'entretient dans le temps par les engrais, par les résidus des récoltes, par la décomposition lente des débris de roches entrant dans les sols.

» On pourrait penser (on a même dit) que, dans les conditions naturelles, une excessive quantité d'eau est, comme dans nos expériences, nécessaire pour servir de véhicule aux phosphates solubles que la terre, on vient de le constater, livre si difficilement. Ce serait, me semble-t-il, une erreur. Si pour nos essais nous employons beaucoup d'eau relativement au poids de terre, c'est que nous ne voyons pas d'autre moyen d'abaisser le titre de nos liquides en acide phosphorique et de leur permettre de dissoudre une suffisante quantité de ce corps. Mais dans les terres en place il y a les racines. Celles-ci sont capables d'appauvrir incessamment les dissolutions par un procédé que nous n'imitons pas, et de prolonger ainsi indéfiniment l'action dissolvante exercée sur le sol par une même masse d'eau, fût-elle restreinte.

» Ces phosphates solubles et très rares des dissolutions souterraines peuvent-ils être réellement utilisés par les plantes? La chose me paraît établie par mes expériences antérieures. M. Artus vient d'arriver à des résultats qui tendent à en donner une confirmation pratique (*Ann. de la Sc. agr. franç. et étrang.*, 1901). Ayant étudié huit terres *d'une même région,* il a trouvé qu'elles se classaient dans le même ordre d'après leur teneur en acide phosphorique soluble à l'eau et d'après leurs rendements en blé.

» II. *Acide phosphorique soluble à l'acide azotique très dilué.* — J'ai été amené à reconnaître (*Comptes rendus,* 1899) que l'on pouvait distinguer dans un sol deux catégories de phosphates assez nettement séparées, l'une soluble dans une liqueur azotique d'acidité finale atteignant au plus 1 ou 2 dix-millièmes de Az^2O^5 libre, l'autre commençant seulement à se dissoudre à partir d'une acidité voisine de 1 millième. J'avais constaté, de plus, que la proportion de l'acide phosphorique soluble à l'eau suivait, d'une terre à l'autre, celle des phosphates de la première catégorie; par suite, ces phosphates devaient concourir d'une manière spéciale à la nutrition des plantes.

» M. Alexius de Sigmond a exécuté sur ce sujet des expériences dignes d'attention (*Ann. de la Sc. agr. franç. et étrang.*, 1900). Opérant sur des terres de Hongrie de natures diverses, il y a d'abord très généralement vérifié l'existence des deux catégories de phosphates qui viennent d'être rappelées. Il a eu, en outre, l'idée de chercher s'il existait une relation entre le taux de l'acide phosphorique de la première catégorie, ainsi que de l'acide phosphorique total, et les besoins réels des terres en acide phosphorique, ces besoins étant déterminés par des essais de culture. Il a reconnu que, tandis qu'il n'y avait pas, comme on l'a souvent remarqué, de lien bien constant entre la teneur en acide phosphorique total et les exigences des terres en engrais phosphatés, il y en avait un très étroit entre les mêmes exigences et la teneur en acide phosphorique de la première catégorie défini plus haut. Dans les conditions où il a expérimenté (25^{gr} de terre agités avec 1^{lit} de liquide acide), il a indiqué le taux de 0,075 pour 100 d'acide phosphorique de la première catégorie comme limite au-dessus de laquelle les terres recevaient, sans profit pour les récoltes, des engrais phosphatés; le chiffre de 0,075 n'est peut-être pas absolu et définitif.

» Ces résultats font ressortir l'utilité de la distinction des deux catégories de phosphates établie précédemment. Il est permis d'espérer que la nouvelle méthode d'analyse fondée sur cette distniction résoudra, plus sûrement que ses devancières, l'importante question de savoir si une terre réclame ou non des engrais phosphatés. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la composition de l'amblygonite.* Note de M. **Henri Lasne**.

« Depuis l'époque où Rammelsberg a fait l'analyse de ce minéral, des progrès importants ont été réalisés dans les méthodes, et il m'a paru intéressant de reprendre ce travail.

» Parmi de nombreux échantillons recueillis à Montebras (Creuse), j'ai choisi deux individus très nets, représentant les deux types extrêmes.

» I. Échantillon à peine teinté de gris rose, un peu translucide. II. Échantillon blanc opaque.

Action de la chaleur. — A l'étuve à 100°, ces deux échantillons pulvérisés diminuent lentement et progressivement pendant plusieurs jours sans atteindre la constance du poids. Cette perte est due à une décomposition partielle, car, sur l'acide sulfurique, à froid, on obtient rapidement un poids constant. C'est donc sur la matière desséchée à l'exsiccateur que l'analyse a été pratiquée.

» En chauffant faiblement au bunsen, la matière se fritte et bouillonne. Mais la fusion n'est pas complète, même au chalumeau. Il y a perte de

poids variable suivant la manière dont le chauffage a été conduit, ce qui démontre qu'il ne s'agit pas seulement du départ de l'eau combinée.

» L'*acide chlorhydrique* ne produit qu'une attaque partielle et lente; cependant on arrive ainsi à dissoudre la totalité du fer, et à reconnaître que ce métal se trouve à l'état de protosel.

» L'*acide sulfurique* concentré et chaud permet une attaque complète. Pour l'analyse, on amène la matière à l'état de bouillie claire, et l'on maintient plusieurs heures à une température voisine de l'ébullition de l'acide, dont on évapore la majeure partie. Après refroidissement, on délaie dans l'eau, et l'on maintient vers 100° jusqu'à hydratation et dissolution complètes. Il ne reste qu'un faible résidu qui résiste à un second traitement semblable, à la fusion au bisulfate et à l'action de l'acide fluorhydrique. Il ne contient ni étain ni titane. Je pense qu'il est constitué d'acide tantalique ou niobique, mais sa trop faible quantité ne m'a pas permis de le vérifier.

» Sur la liqueur obtenue, l'*alumine* est dosée par la méthode que j'ai indiquée ici même, à l'état de phosphate d'alumine.

» Pour la *chaux*, le *fer*, le *manganèse*, on traite de la même façon une plus grande quantité, et l'on analyse, par les méthodes connues, le résidu insoluble dans la soude caustique.

» L'*acide phosphorique* est dosé à l'état de pyrophosphate de magnésie, après fusion, au carbonate de soude : il y a perte par volatilisation dans l'attaque sulfurique.

» La séparation des *alcalis* en présence d'une grande quantité de phosphate d'alumine présente une certaine difficulté. J'indiquerai ailleurs la méthode employée. Sur la solution, ne contenant que les alcalis, on dose la *lithine* suivant les indications de M. Ad. Carnot.

» Le *fluor* est dosé par la méthode que j'ai décrite antérieurement : dégagement du fluorure de silicium, et pesée à l'état de fluorure de calcium.

» Pour doser l'*eau combinée*, on calcine avec un poids connu de chaux vive. L'eau combinée paraît jouer un rôle important dans la constitution du minéral.

» Voici les résultats obtenus. Je reproduis, à titre de comparaison, l'analyse de Rammelsberg :

	I.	II.	Rammelsberg.
Acide phosphorique	46,85	44,62	47,15
Fluor	8,51	4,08	8,11
Eau combinée	3,00	7,59	»
Alumine	34,01	34,32	36,62
Lithine	8,50	7,10	7,03
Soude	1,00	2,81	3,29
Potasse	0,18	0,23	0,43
Chaux	0,23	0,29	»
Protoxyde de fer	0,76	0,46	»
Protoxyde de manganèse	0,13	0,28	»
Résidu insoluble	0,55	0,22	»
	103,72	102,00	102,63
Oxygène à déduire	3,57	1,72	3,41
Total	100,15	100,28	99,22

» Pour étudier le groupement, divisons chacun des dosages par l'équivalent de substitution respectif; nous trouvons :

		I.		II.	
Acide phosphorique...	(23,67)	1,9793	2,4272	1,8805	2,0952
Fluor................	(19,00)	0,4479		0,2147	
Eau................	(9,01)		0,3330		0,8424
Alcalis..............	»	0,6015	2,6316	0,5645	2,6109
Alcalinoterreux, etc...	»	0,0330		0,0311	
Alumine.............	(17,04)	1,9971		2,0153	

» Ce Tableau démontre qu'il faut, dans les deux cas, attribuer à l'eau un double rôle, partie acide et partie basique : il existe simultanément un phosphate acide et de l'hydrate d'alumine. Si l'on a égard à la généralité du type fluophosphate, on est amené à la répartition suivante :

		I.		II.	
Fluophosphate alcalin.	$\frac{P}{3}$..........	0,5711	0,6345	0,5360	0,5956
	F..........	0,0634		0,0596	
	Li... $\frac{Ca}{2}$...		0,6345		0,5956
Fluophosphate acide d'alumine.	$\frac{P}{3}$..........	1,4082	1,5647	1,3445	1,4939
	F..........	0,1565		0,1494	
	H..........	0,0643	1,5647	0,1634	1,4939
	$\frac{Al}{3}$..........	1,5004		1,3305	
Fluorure et hydrate d'aluminium.	F..........	0,2280	0,4967	0,0057	0,6847
	H..........	0,2687		0,6790	
	$\frac{Al}{3}$..........		0,4967		0,6848

» Ce qui conduit à la formule générale

$$2\left[(PO^4)^3 F\left(Li..\frac{Ca}{2}\right)^{10}\right] + 5\left[(PO^4)^3 F\left(\frac{Al}{3}..H\right)^{10}\right] + m Al(F.OH)^3.$$

» Les coefficients des deux premiers termes sont rigoureusement exacts dans les deux cas; mais le coefficient du troisième varie, de 5 pour l'échantillon I à 8 pour l'échantillon II; en outre, dans ce dernier, ce terme ne contient presque plus de fluor et est constitué d'hydrate d'alumine; enfin, la proportion d'alumine remplacée par l'hydrogène dans le fluophosphate est beaucoup plus grande.

» Sont-ce là deux espèces distinctes? On est tenté de voir dans ces modifications les résultats plus ou moins avancés de l'action de l'eau sur une même substance initiale. Il est à remarquer cependant, en faveur de la première opinion, qu'en cas de mélange on reconnaît une séparation nette et non diffuse entre les veines translucides et opaques. »

BOTANIQUE. — *Recherches histologiques sur la sporulation des levures.* Note de M. A. Guilliermond, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une précédente Note, nous avons fait connaître les résultats de nos recherches sur la structure des levures, et nous avons modifié l'interprétation de Wager. Nous avons décrit chez les levures un noyau (nucléole de Wager) possédant quelquefois une structure différenciée, et ordinairement accolé à une vacuole, et nous avons fait voir, contrairement à Wager, que cette vacuole était indépendante du noyau et que les granulations qu'elle renferme, considérées par cet auteur comme de nature chromatique, devaient être assimilées aux corps rouges de Bütschli.

» Nous avons continué nos recherches et nous avons étudié les phénomènes de sporulation.

» Malgré le grand intérêt qu'ils présentent soit par eux-mêmes, soit au point de vue de la classification, les phénomènes protoplasmiques qui précèdent la sporulation sont restés jusqu'ici fort mal connus. Il n'y a guère que Zalewsky et Wager qui les aient suivis. Ce dernier observe une division de la « vacuole nucléaire », qui aboutit à une vacuolisation complète du protoplasma. Les granulations contenues dans cette vacuole vont se placer autour du nucléole et disparaissent en grande partie, semblant être absorbées par le nucléole dans lequel s'est condensé tout le noyau. La division de ce noyau paraît s'effectuer par une karyokinèse simplifiée, et le protoplasma se condense autour de chaque noyau pour constituer les spores.

Notre étude a porté sur un certain nombre de levures (*S. cerevisiæ, ellipsoideus, pastorianus, anomalus, membranifaciens*) mais aucune ne nous a présenté des phénomènes aussi nets que *S. Ludwigii.* Son développement a été suivi en culture sur carotte, où il se multiplie abondamment et sporifie très vite.

» Au début de son développement, cette levure présente un noyau assez petit, qui ne laisse apercevoir aucun détail de structure et qui est accolé à une vacuole chargée de grains rouges.

» On voit apparaître un peu plus tard une ou, plus généralement, deux vacuoles imprégnées de glycogène et occupant les deux pôles de la cellule. Dans les premières phases de la sporulation, chacune de ces vacuoles se divise jusqu'à ce que le protoplasma apparaisse entièrement rempli de petites vacuoles séparées par des mailles très fines de protoplasma. Les vacuoles conservent leur contenu, et l'on distingue donc des vacuoles à glycogène et des vacuoles à grains rouges. Ces dernières sont ordinairement placées vers le centre ou sur un des côtés de la cellule : elles sont au nombre de cinq ou six, quelquefois plus; il peut même arriver qu'elles occupent presque toute la cellule. Les vacuoles à glycogène sont très réfringentes et laissent difficilement apercevoir leur contour, mais l'emploi des coupes à la paraffine, indispensable pour l'interprétation de ces phénomènes, permet de les distinguer d'une façon suffisamment nette.

» Le noyau occupe un des côtés de la cellule; il est accolé à la membrane; exceptionnellement, il se trouve au centre; il paraît toujours en intime contact avec les vacuoles à grains rouges, dont l'ensemble représente sans doute les granulations signalées par Wager autour du noyau au début de la sporulation.

» A un certain moment, ces vacuoles changent d'aspect, les granules diminuent de nombre et de taille; ils n'apparaissent plus guère que sous forme de petites ponctuations localisées à la périphérie des vacuoles, qui alors prennent une coloration uniformément rouge pâle avec toutes les matières colorantes qui donnent aux granules la teinte rouge caractéristique (hémalun, hématoxyline, violet de gentiane). Les meilleures préparations sont obtenues à l'aide du bleu de méthylène ou du bleu polychrome : les mailles du protoplasma se colorent légèrement en bleu, le noyau se laisse souvent apercevoir avec une teinte un peu plus foncée, et les vacuoles prennent une coloration uniformément rouge pâle. Cette coloration des vacuoles, qui ne se rencontre à aucun autre stade du développement et qui correspond avec la diminution de nombre des grains rouges, paraît ne pouvoir s'expliquer que par une dissolution de ces granulations. La présence d'un contenu acide dans la vacuole ne pourrait, en effet, rien expliquer, car elle serait incapable de faire virer au rouge le bleu de méthylène. C'est à ce stade que le noyau commence sa première division : les deux noyaux filles vont se porter aux deux extrémités de la cellule et se redivisent immédiatement pour former quatre noyaux, deux à chaque pôle. C'est à ce nombre que s'arrête généralement la division. Cette division paraît, à certains égards, devoir être considérée comme intermédiaire entre la division directe et la karyokinèse, bien qu'on ne puisse s'en faire qu'une idée très incomplète. Les mailles du protoplasma s'épaississent soit au centre, soit le long de la paroi, le protoplasma se condense, puis se divise en deux portions qui se placent aux deux extrémités autour des noyaux pour constituer ordinairement quatre spores.

» Les spores sont d'abord extrêmement petites : elles s'entourent d'une membrane très mince qui reste quelque temps ouverte du côté opposé au noyau, et cette disposition pourrait peut-être rappeler les figures décrites par Harper pour les Ascomycètes supérieurs, chez lesquels le kinoplasma entoure la spore d'une fine membrane qui ne se ferme que tardivement à son pôle opposé au noyau.

» Ces spores s'enveloppent peu à peu d'une membrane cellulosique, se gonflent et refoulent le protoplasma non utilisé et les vacuoles qui les entourent, dont les gra-

nules semblent parfois se grouper autour d'elles, pour leur constituer une sorte de muraille. Mais cet épiplasma ne tarde pas à se désorganiser, les mailles protoplasmiques disparaissent, et il ne subsiste plus qu'un liquide contenant en suspension une forte proportion de glycogène et la substance qui se colore uniformément en rouge. Ces substances diminuent à mesure que les spores se développent et, au moment de leur maturité, celles-ci occupent toute la cellule, ayant presque totalement absorbé l'épiplasma.

» La spore, une fois constituée, est formée d'un noyau accolé à la membrane, d'où partent un certain nombre de fines radiations protoplasmiques qui délimitent autant de petites vacuoles remplies de glycogène. Le protoplasma renferme un certain nombre de grains rouges. La spore jeune se colore en bleu par le bleu polychrome, mais, une fois mûre, elle prend une teinte légèrement violette, comme si elle s'était imprégnée du contenu rouge de l'épiplasma.

» Les autres levures que nous avons observées présentent des phénomènes analogues, avec quelques différences de détail.

» De même que Wager, nous n'avons trouvé dans aucune d'elles de division de noyaux, suivie de refusion, précédant la sporulation, telle que l'avaient observée Janssens et Leblanc. Nous nous proposons d'ailleurs de revenir sur cette question.

» Il résulte donc de notre étude que, au moment de la sporulation, il semble s'effectuer une sorte de dissolution des grains rouges contenus dans les vacuoles et que ces corps paraissent se comporter comme des matières de réserve. Déjà Raum et Ernst leur avaient attribué un grand rôle dans la sporulation des levures et des bactéries, et un certain nombre d'auteurs avaient été amenés à les considérer comme des produits de réserve. Nos observations confirment ces faits. Enfin l'ensemble des phénomènes paraît présenter une certaine analogie, tant par la formation des spores que par la constitution de l'épiplasma, avec ce que l'on a observé pour les Ascomycètes supérieurs. »

M. **Desbourdieu** adresse un projet d'expériences relatives aux courants telluriques.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et Chirurgie présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Potain :*

En première ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique.* MM. Charrin. Jaccoud.

En seconde ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique...* MM. Cornil. Fournier. Hayem. Lancereaux. Laveran. Richet.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 avril 1901.

Henri et Alphonse Milne-Edwards, par Edmond Perrier. (Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum,* 4e série, t. II.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Paléontologie humaine. L'Homme quaternaire dans le bassin du Rhône, étude géologique et anthropologique, par Ernest Chantre, avec 74 figures intercalées dans le texte. Paris, J.-B. Baillière et fils; Lyon, A. Rey, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaudry. Hommage de l'Auteur.)

Recherches anatomiques sur les Camélidés, anatomie du chameau à deux bosses, différences entre les deux espèces de chameaux, différences entre les chameaux et les lamas, par F.-X. Lesbre, Lyon, Henri Georg, 1900; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Chauveau.)

Revue technique de l'Exposition universelle de 1900, par un comité d'ingénieurs, d'architectes, de professeurs et de constructeurs; Directeur : Ch.

JACOMET, 4e partie: *Génie civil*, t. I. fasc. 1 et 2. Paris, E. Bernard et Cie, 1901; 2 fasc. in-8°. (Présenté par M. Maurice Lévy.)

Société d'Agriculture, Sciences et Arts, centrale du département du Nord, séant à Douai, fondée en 1799. Célébration de son Centenaire, juin-juillet 1899. Douai, impr. Delarra, 1899; 1 vol. in-8°.

Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Mémoires de la Section de Médecine, 2e série, t. I. n° 4 : *Hérédité, étude clinique*, par MM. MAIRET et ARDIN-DELTEIL. Montpellier, 1900; 1 vol. in-8°.

Cartes publiées par le Service Géographique de l'Armée, six feuilles : *Hanoï; Oued Sedjenan; Oued Zerga; Oued Okris; Mansourah; Saint-Donat.*

Résultats des Campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction avec le concours de M. JULES RICHARD; fasc. XVII, *Céphalopodes provenant des campagnes de la « Princesse Alice »* (1891-1897), par LOUIS JOUBIN; fasc. XVIII, *Hydraires provenant des campagnes de l' « Hirondelle »* 1886-1888, par CAMILLE PICTET et MAURICE BEDOT. Imprimerie de Monaco, 1900; 2 fasc. in-4°.

Notes de Géographie biologique marine. Communication faite au VIIe Congrès international de Géographie à Berlin en 1899 par S. A. S. ALBERT Ier, Prince de Monaco. Berlin, Wilhelm Greve, 1900; 1 fasc. in-8°.

Exploration de la mer sur les côtes de Belgique en 1899, par GUSTAVE GILSON. (Extrait des *Mémoires du Musée Royal d'Histoire naturelle de Belgique*, t. I, année 1900.) Bruxelles, 1 fasc. in-4°.

La Flore wealdienne de Bernissart, par A.-C. SEWARD. (Extrait des *Mémoires du Musée Royal d'Histoire naturelle de Belgique*, t. I, année 1900.) Bruxelles, 1 fasc. in-8°.

Die dreizehnte allgemeine Conferenz der internationalen Erdmessung in Paris, 1900; von F.-R. HELMERT. Stuttgart, Konrad Wittwer, 1901; 1 fasc. in-8°.

Der normale Theil der Schwerkraft im Meeresniveau, von F.-R. HELMERT. Berlin, 1901; 1 fasc. in-8. (Hommage de l'Auteur.)

Tablas para encontrar el valor intrinseco legal mexicano de cualquier cantidad de plata de cualquiera ley del sistema metrico decimal, par LUIS-G. ALVAREZ. Mexico, 1899; 1 vol. in-8 oblong. (Hommage de l'Auteur.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 MAI 1901.

La Théorie des valences fractionnées, ses applications à l'atomicité absolue des éléments, à la constitution chimique des corps et à la cohésion, par le Dr A. FREBAULT. Tours, impr. Paul Bousrez, 1900; 1 fasc. in-8°.

Hydrographie du Congo et de l'Oubanghi, de Brazzaville au Poste d'Abiras, avec leurs affluents rive droite, d'après les travaux des diverses Missions de 1883 *à* 1901; Carte dressée à l'échelle de $\frac{1}{800000}$ et dessinée par Henri Chastrey, de juin 1900 à avril 1901; numérotée 24. S. l.; 1 feuille double de format hors rang. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. G. Darboux, E. Picard et J. Tannery, 2e série, t. XXV, janvier 1901; Paris, Gauthier-Villars, 1 fasc. in-8°.

Annales de l'observatoire astronomique, magnétique et météorologique de Toulouse, t. IV, renfermant une partie des travaux exécutés de 1891 à 1900, sous la direction de M. B. Baillaud, Directeur de l'observatoire. Toulouse, E. Privat; Paris, Gauthier-Villars, 1901; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire, 2e série, t. XXI, année 1901; 1re livraison : janvier, février, mars. Saint-Étienne, J. Thomas et Cie, 1 fasc. in-8°.

Sir Edward Frankland, von Johannes Wislicenus. Berlin, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Aberdeen University Studies : No. I. *Roll of Alumni in Arts of University and King's College of Aberdeen* 1596-1860; edited by Peter John Anderson. No. II. *Records of Old Aberdeen* 1157-1891; edited by Alexander Macdonald Munro, Volume I. No. III. *Place Names of West Aberdeenshire*, by the late James Macdonald Munro. Aberdeen, 1900; 3 vol. in-8°. (Hommage de l'Université d'Aberdeen.)

Sur la « myriotonie » comme unité dans les mesures osmotiques, par L. Errera. Bruxelles, impr. Hayez, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Quatre opuscules relatifs à des questions de Zoologie par Carolo Berg (Extr. de *Communicaciones del Museo Nacional de Buenos Aires*). 4 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Huit opuscules sur divers sujets et par divers auteurs, adressés par l'Université de Pensylvanie. 8 fasc. in-8°.

Bibliography of the more important Contributions to american economic Entomology. Part VII. *The more important Writings published between december* 31, 1896, *and january* 1, 1900; prepared under the direction of the entomologist, by Nathan Banks. Washington, 1901; 1 fasc. in-8°.

Archivo bibliographico da Bibliotheca da Universidade de Coïmbra; Vol. I. Num. 2-4. Coïmbre, 1901; 3 fasc. in-4°.

Annual Report of the Board of regents of the Smithsonian Institution,

showing the operations, expenditures, and condition of the Institution, for the year ending june 30, 1898. Washington, 1899; 1 vol. in-8°.

Astronomical, magnetic and meteorological observations made during the year 1891, *at the United States Naval Observatory*. Washington, 1899; 1 vol. in-4°.

Transactions of the Edinburg geological Society; Vol. VIII. part I. Edimbourg, 1901; 1 vol. in-8°.

Sitzungsberichte der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe, 1899-1900. Prague, 1900-1901; 2 vol. in-8°.

Jahresbericht der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften für das Jahr 1899 *u. für das Jahr* 1900, Prague, 1900-1901; 2 fasc. in-8°.

Annales de la Société géologique de Belgique; t. XXV*bis*, 1re livraison, comprenant les feuilles 1 à 27 et les planches I à V. Liége, impr. H. Vaillant-Carmanne, 7 septembre 1900; in-4°.

Bulletin mensuel de l'observatoire météorologique de l'Université d'Upsal; vol. XXXII, année 1900, par Dr H. HILDEBRAND HILDEBRANDSON. Upsal, Edv. Berling, 1900-1901; 1 fasc. in-4°.

Wiadomosci matematyczne, redaktor i wydawca S. DICKSTEIN. Tom V, zeszyt 1, 2, 3. Varsovie, 1901; 1 fasc. in-8°.

Memorias y revista de la Sociedad cientifica « Antonio Alzate », publicadas bajo la direccion de RAFAEL AGUILAR Y SANTILLAN; t. XV (1900-1901), num. 1 y 2. Mexico, 1900; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 6 mai 1901.)

Note de M. *E. Bataillon,* Sur l'évolution des œufs immatures de *Rana fusca* :

Page 1134, ligne 15, titre, *au lieu de* immaturés, *lisez* immatures.
Page 1135, ligne 8, *au lieu de* técondité, *lisez* fécondation.
Même page, ligne 34, *au lieu de* immaturés, *lisez* immatures.
Page 1136, ligne 18, *au lieu de* Herlert, *lisez* Herbst.

N° 19.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 13 mai 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 19.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

COMITÉ SECRET.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1901

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 20 (20 Mai 1901).

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 MAI 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance du lundi 27 mai sera remise au mardi 28.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'éclipse totale du* 18 *courant*. Communication de M. **J. Janssen**.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie le contenu d'une dépêche chiffrée que m'envoie M. le comte de la Baume-Pluvinel, que M. le Ministre de l'Instruction publique avait bien voulu, à ma demande, charger d'une mission pour observer, à l'île de Sumatra, la grande éclipse qui devait s'y produire le 18 courant dans des circonstances de durée tout à fait exceptionnelles.

» D'après le programme arrêté entre M. de la Baume et moi, M. de la Baume devait, indépendamment des photographies de la couronne, porter ses observations sur la question de la rotation de la couronne, sur celle de la présence plus ou moins marquée des raies obscures fraunhofériennes dans la lumière coronale, et enfin sur la radiation calorifique de cette dernière.

» Or, d'après la traduction du chiffre que M. de la Baume m'a envoyé, le temps, sauf quelques légers nuages, a favorisé ses observations et tout le programme arrêté entre nous a pu être exécuté.

» On conçoit qu'il est indispensable d'attendre la présence de M. de la Baume ou tout au moins un rapport détaillé pour avoir une idée précise des résultats obtenus. Mais déjà, d'après le chiffre envoyé :

» La rotation de la couronne n'aurait pu être constatée;

» La présence des raies fraunhofériennes dans la lumière de la couronne n'aurait point été constatée, sans doute au moins comme très marquée, ce qui s'accorde avec cette circonstance que nous sommes à une époque de minima des taches, et comme j'ai eu occasion de le faire remarquer, c'est aux époques des maxima que les vapeurs du globe solaire s'élèvent davantage dans l'atmosphère coronale et y permettent ces phénomènes de réflexion de la lumière photosphérique accusée par la présence des raies fraunhofériennes. C'est ainsi que je les ai reconnues en 1871 et en 1883.

» L'observation de M. de la Baume a donc un grand intérêt à cet égard.

» Il en est de même de la constatation par le même observateur d'une chaleur sensible émise par la couronne.

» En résumé, on doit reconnaître que les observations de M. de la Baume sont fort importantes, qu'elles contribuent à avancer nos connaissances sur ce grand phénomène de la couronne qui a été si longtemps une énigme pour les astronomes, et dont la connaissance et les rapports avec le Soleil ont une importance capitale.

» Qu'il me soit permis de rappeler ici que M. de la Baume a libéralement fait les frais de ce grand voyage et que sous ce rapport, ainsi qu'en raison des services qu'il a déjà rendus à la science, il mérite doublement la bienveillance de l'Académie.

» Je n'ai point encore reçu de nouvelles du Dr Binot, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur, chargé, dans les mêmes conditions, d'une mission à l'île de la Réunion. Ce fait s'explique du reste par l'absence de câble télégraphique entre la Réunion et Madagascar.

» Cependant, nous avons tout lieu d'espérer que le Dr Binot aura été

favorisé par le temps, car nous savons que des observations importantes ont pu être faites par des missions anglaises à l'île Maurice, île très voisine de celle de la Réunion.

» *P.-S.* — Je reçois à l'instant une dépêche de M. le D[r] Binot chargé, à ma demande, par M. le Ministre de l'Instruction publique, d'une mission à l'île de la Réunion, dans les mêmes conditions que celles de M. le comte de la Baume-Pluvinel à Sumatra, une dépêche, dis-je, qui m'informe qu'il a eu un *temps superbe*, d'où l'on peut inférer qu'il a pu exécuter dans les meilleures conditions le programme dont il avait bien voulu se charger. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur l'état de l'alumine dans des terres végétales;* par M. **Th. Schlœsing.**

« Ayant besoin, pour certaines recherches, de terres très riches en oxyde de fer, j'ai prié mon savant ami et confrère M. A. Müntz de m'en choisir quelques-unes dans sa collection de plus de cinq cents terres de Madagascar, dont il vient de faire, en collaboration avec M. Rousseaux, une étude pratique de la plus haute importance pour notre colonie.

» Tous les chimistes qui ont traité de la terre végétale par l'acide chlorhydrique bouillant, en vue d'en extraire l'oxyde de fer, savent que l'acide attaque les argiles, et que la dissolution obtenue contient, par suite, de l'alumine. La proportion de cette alumine atteint souvent plusieurs centièmes du poids de la terre traitée; mais je ne l'avais pas encore vue s'élever au point de déterminer la prise en masse de la dissolution par du chlorure d'aluminium cristallisé, ainsi que je l'ai observé en opérant sur les terres que j'ai reçues de M. Müntz.

» Cette observation a ramené mon attention sur une question intéressante qui a beaucoup occupé notre ancien correspondant, Paul de Gasparin, au cours de ses longues études sur la *détermination des terres arables dans le laboratoire,* celle de savoir à quel état se trouve dans la terre l'alumine qu'on en extrait par l'eau régale ou l'acide chlorhydrique bouillants. Paul de Gasparin inclinait à penser qu'elle y est, en majeure partie, à l'état de liberté, et qu'on doit l'envisager comme un agent de la ténacité des sols.

» Je me suis proposé de reprendre l'étude de cette question.

» Il m'a semblé d'abord qu'une dissolution de potasse ou de soude remplacerait avantageusement l'acide chlorhydrique, pourvu qu'une dilution

suffisante la rendit à peu près inoffensive à l'égard des argiles, sans lui faire perdre la faculté de s'emparer de l'alumine libre. Un tel réactif devait d'ailleurs offrir cet autre avantage de ne pas dissoudre d'oxyde de fer; de là une notable simplification des analyses.

» Quelques tâtonnements m'ont conduit à essayer sur une argile très grasse, celle de Vanves, et sur une autre très maigre, un kaolin, l'action d'une dissolution alcaline contenant seulement $3^{gr},5$ Na^2O dans 1^{lit}; c'est la quantité de soude contenue dans 10^{cc} de la dissolution commerciale à 40° B. J'ai opéré de la manière suivante :

» Après avoir délayé 5^{gr} d'argile sèche dans un demi-litre de dissolution, j'ai fait bouillir celle-ci pendant une demi-heure; l'ébullition, très modérée, ne vaporisait que quelques grammes d'eau, en sorte que le titre alcalin du liquide variait à peine. Après filtration et lavage, j'ai dosé l'alumine et la silice dissoutes. Comme il était possible que l'argile contînt l'une ou l'autre de ces substances à l'état de liberté, j'ai soumis le même poids d'argile à deux et même trois traitements successifs, dans les conditions que je viens d'indiquer, comptant sur le premier pour éliminer la silice ou l'alumine libres, et sur les suivants pour mesurer l'attaque par la dissolution de l'argile purifiée. Voici les résultats que j'ai obtenus :

Kaolin : 5^{gr}.

	Silice (calcinée).	Alumine (calcinée).	Total.
Premier traitement...........	55^{mgr}	42^{mgr}	97^{mgr}
Second traitement............	62^{mgr}	39^{mgr}	101^{mgr}

» La similitude des résultats des deux traitements porte à croire que ce kaolin ne contient ni silice ni alumine libres; et si l'on restitue aux totaux 97^{mgr} et 101^{mgr} l'eau existant dans le kaolin qu'ils représentent, on trouve que les 5^{gr} de kaolin traités ont perdu 110^{mgr} dans le premier traitement, 115^{mgr} dans le second, soit 2,2 et 2,3 pour 100 de leur poids. L'attaque par la dissolution alcaline a donc été assez faible.

Argile de Vanves : 5^{gr}.

	Silice (calcinée).	Alumine (calcinée).	Total.
Premier traitement...........	71^{mgr}	42^{mgr}	113^{mgr}
Deuxième traitement.........	Analyse perdue.		
Troisième traitement.........	76^{mgr}	40^{mgr}	116^{mgr}

» L'argile de Vanves ne paraît pas non plus contenir de la silice ni de l'alumine libres. Les totaux 113^{mgr} et 116^{mgr} représentent 128^{mgr} et 132^{mgr} d'argile naturelle, soit 2,5 et 2,6 pour 100 du poids traité.

» Ainsi, ma dissolution a décomposé des quantités de kaolin et d'argile grasse comprises entre 2 et 3 pour 100.

» D'autre part, malgré sa dilution, elle est très propre à dissoudre l'alumine libre existant dans certaines terres. Par exemple, une terre de Madagascar m'a donné les nombres suivants :

5^{gr} de terre n° 124.

	Silice.			Alumine.		
Premier traitement....	80^{mgr} soit	1,6 pour 100 de terre.		586^{mgr} soit	11,7 pour 100.	
Deuxième traitement ..	131 »	2,6	»	83 »	1,7	»
Troisième traitement...	55 »	2,2	»	28 »	0,6	»

» Il est évident que cette terre contient une forte proportion d'alumine libre emportée par le premier traitement; on voit en même temps que $\frac{3^{gr},5}{2}$, ou $1^{gr},75$ de Na^2O contenu dans un demi-litre de ma dissolution, a dissous $0^{gr},586$ d'alumine, soit le tiers de son poids, d'où suit que cette dissolution est très efficace pour extraire d'une terre l'alumine libre qui s'y trouve.

» Instruit suffisamment par ces essais préliminaires, j'ai procédé aux recherches que j'avais en vue. J'ai opéré d'abord sur un assez grand nombre de terres, pour la plupart françaises, dont les unes m'ont déjà servi bien des fois à des recherches variées, dont les autres m'ont été gracieusement données par M. Aubin, le savant directeur du Laboratoire de la Société des Agriculteurs de France. J'ai appliqué ensuite le même mode de recherches aux terres de Madagascar; les observations que ces dernières m'ont fournies sont réservées pour une seconde Communication.

» Quand on présente des résultats d'analyse, il faut dire d'abord comment on les a obtenus. J'opère toujours sur 5^{gr} de terre tamisée et sèche, que je mets à bouillir lentement pendant une demi-heure avec un demi-litre de ma dissolution sodique. Celle-ci se charge d'une certaine quantité de matière humique qu'il convient de détruire dès le début des opérations analytiques. A cet effet, la dissolution filtrée ayant été additionnée d'acide nitrique en léger excès et évaporée à sec, on chauffe le résidu jusqu'à fusion dans une capsule de platine, ce qui détermine une combustion tranquille et complète de toute substance organique. On dissout ensuite la masse saline dans le moins d'eau possible, on sature de nouveau par l'acide

nitrique, on ajoute environ 1gr de nitrate d'ammoniaque pur, on évapore à sec et l'on chauffe longtemps, pendant une heure et demie à deux heures, sur le bain de sable, pour bien fritter la silice. On sait qu'en présence du nitrate d'ammoniaque la silice reste sans action sur les nitrates alcalins et ne peut redevenir ultérieurement soluble. On dissout encore dans peu d'eau et l'on ajoute de l'ammoniaque pour précipiter l'alumine; on évapore et sèche de nouveau afin que l'alumine perde son état gélatineux et devienne pulvérulente. On reprend ensuite par l'eau froide additionnée d'une trace d'ammoniaque; l'alumine et la silice, l'une et l'autre insolubles, sont séparées par filtration et lavées; du filtre, on les fait tomber dans la capsule de platine où l'alumine va être dissoute à chaud par l'acide nitrique; puis le contenu de la capsule est reversé sur le filtre, qui ne retient que la silice; toute l'alumine est dans la dissolution nitrique.

» Dans le Tableau suivant, on trouvera, en regard de chaque terre, les quantités de silice et d'alumine ainsi déterminées, rapportées à 100 de terre tamisée et sèche; on y verra aussi les rapports entre ces quantités. J'y ai inscrit encore, quand cela m'a été possible, les proportions d'argile fournies par l'analyse physique, afin qu'on pût leur comparer les quantités respectives de silice et d'alumine extraites par la dissolution alcaline.

Nos		Argile pr 100 de terre.	Dissolution sodique. Silice.	Alumine.	Rapport $\frac{\text{Silice}}{\text{Alumine}}$.
1.	Terre de Montfrénoy, près la Fère (Aisne)...	56	2,10	0,98	2,14
2.	» de Beaulieu pr. Marmande (Lot-et-Gar.).	25,4	1,68	0,94	1,7
3.	» d'Arpaillargues, près Uzès (Gard).....	16,5	1,29	0,65	1,8
4.	» de Limagne (très compacte) (Puy-d.-D.).	»	3,59	0,66	5,4
5.	» des environs d'Arles (Bouc.-du-Rhône).	15	1,08	0,54	2,0
6.	» de Galande (Seine-et-Marne).........	13	1,51	0,64	2,4
7.	» de Coupvray do	12	1,45	0,55	2,6
8.	» de Fontaine-le-Port (Seine-et-Marne)..	8,5	1,17	0,48	2,5
9.	» de Boulogne-s.-Seine (limon du fleuve).	12	0,88	0,36	2,4
10.	» de Neauphle (Seine-et-Oise).........	11	0,87	0,36	2,4
11.	» de Pierrefite-en-Auge (Calvados)......	»	1,14	0,32	3,5
12.	» de Rovat, près Rodez (Aveyron)......	4,2	0,92	0,56	1,6
13.	» de Brussy par Génis (Dordogne)......	2,8	1,23	0,53	2,3
14.	» des environs de Pau (Basses-Pyrénées).	»	1,10	0,54	2,0
15.	» des environs d'Aurillac (Cantal)......	6,6	1,62	1,72	0,9
16.	» de Boxol près Mérida (Mexique)......	46	1,30	0,87	1,5
17.	» des environs de Porto-Rico..........	25,4	1,94	0,68	2,8

» Ce Tableau donne lieu à plusieurs observations.

» On y voit d'abord que les proportions d'alumine extraite par la dissolution sodique ont toujours été inférieures à 1 pour 100 du poids de la terre, sauf dans un seul cas (terre n° 15, des environs d'Aurillac). Elles sont assurément moindres que celles qu'aurait fournies l'attaque par l'acide chlorhydrique bouillant; aussi je n'hésite pas à attribuer à la décomposition des argiles la majeure partie de l'alumine extraite par cet acide, contrairement à l'opinion de Paul de Gasparin.

» Bien que la décomposition des argiles soit très atténuée par la substitution de ma dissolution sodique à l'acide chlorhydrique, on en reconnaît encore l'effet quand on compare les quantités d'alumine dosées aux proportions de l'argile dans les terres. C'est ainsi qu'on voit les terres numérotées de 1 à 4, qui sont les plus argileuses, auxquelles on peut joindre les terres 16 et 17 provenant du Mexique et de Porto-Rico, donner les quantités d'alumine les plus élevées comprises entre 0,66 et 0,98 pour 100 de terre, tandis que, pour les autres terres, elles se tiennent entre 0,32 et 0,64.

» Les quantités de silice, notablement supérieures à celles de l'alumine, sont généralement comprises entre 1 et 2 pour 100, et le rapport entre les quantités respectives des deux substances est presque toujours plus grand qu'il ne l'est dans les argiles. C'est que presque tous les sols contiennent de la silice libre, ainsi qu'en témoigne sa présence dans les eaux de drainage, et cette silice, légèrement soluble dans l'eau, l'est assurément davantage dans une liqueur alcaline; elle s'ajoute aux produits de l'attaque des argiles.

» Au reste, les acides noirs que l'on extrait d'une terre végétale en la traitant successivement par une dissolution étendue d'acide chlorhydrique et une autre d'ammoniaque contiennent, outre la silice qui leur est unie en assez grande proportion, de petites quantités d'alumine qui doit passer dans la dissolution sodique avec les acides noirs qui la colorent.

» Ainsi l'alumine dosée dans mes expériences affecte divers états dans les terres, l'état de combinaison avec la silice, l'état de combinaison avec les acides noirs, peut-être l'état libre, mais serait-elle en totalité à ce dernier état qu'il serait encore permis de conclure qu'en général il y a peu d'alumine libre dans nos sols. Il en est autrement pour les terres de Madagascar.

» Les échantillons, au nombre de six, que M. A. Müntz a bien voulu mettre à ma disposition étaient des types de ces terres ocreuses qui cou-

vrent la région montagneuse de Madagascar. Ils avaient été débarrassés des pierres et graviers par le crible conventionnel de dix mailles par centimètre. Je les ai traités exactement comme les terres de France étudiées ci-dessus, avec cette différence qu'un même poids de terre a subi deux et même trois traitements successifs, chaque fois par demi-litre de dissolution alcaline neuve. J'ai réuni dans le Tableau suivant quelques indications sur les terres que j'ai trouvées dans le Mémoire inséré par MM. Müntz et Rousseaux au Bulletin n° 5, 1900, du Ministère de l'Agriculture; la teneur des terres en azote déterminée par ces auteurs, sorte de mesure assez grossière de la teneur en matière organique; la proportion de sesquioxyde de fer; enfin les quantités de silice et d'alumine extraites par chaque traitement, rapportées à 100 de terre tamisée et sèche.

		Pour 100 de terre tamisée.				
		Azote.	O. fer.		Silice.	Alumine.
	Province d'Imerina. Cercle d'Ankazobé.					
N° 124.	Terre de couleur jaune clair, prise sur un plateau peu fertile.	0,057	17,7	1er trait.	1,61	11,72
				2e »	2,62	1,66
				3e »	1,10	0,56
	Même province. Même cercle.					
N° 129.	Terre d'un rouge vif, couverte de brousse très compacte, pauvre.	0,021	10,4	1er trait.	1,92	8,10
				2e »	3,90	3,60
	Même province. Cercle de Bétafo.					
N° 29.	Terre d'un rouge foncé, à flanc de coteau. Alt. 1320m, assez fertile.	0,111	12,4	1er trait.	5,15	6,59
				2e »	5,16	4,22
				3e »	4,31	3,08
	Même province. Cercle d'Arivonimano.					
N° 1.	Sous-sol du Jardin d'essai. Terre d'un rouge clair.	0,011	8,0	1er trait.	5,05	4,69
				2e »	5,51	3,96
				3e »	3,85	3,10
	Province de Betsileo. Cercle de Fianarantsoa.					
N° 12.	Terre de couleur jaune vif.	0,07	20,6	1er trait.	0,94	11,40
	Province de Vohemar. District de Daraina.					
N° 209.	Terre rouge, pauvre, très compacte.	0,060	10,3	1er trait.	5,40	perdu
				2e »	4,80	3,56

» Ce Tableau met en évidence une différence frappante entre ces six terres de Madagascar et nos terres de France. Pour celles-ci, la proportion d'alumine extraite par la dissolution alcaline n'a pas dépassé 1 pour 100 de terre; chez celles-là, le seul premier traitement en enlève 11,7, 8,1, 6,59, 4,69, 11,40. Dans les terres 124, 129, 12, la majeure partie de l'alumine extraite est libre ([1]), peut-être intimement mêlée à l'oxyde de fer, comme dans la bauxite; mais elle n'est pas combinée à la silice, car, si elle affectait ce mode de combinaison, on trouverait dans la dissolution une quantité de silice correspondante de même ordre. Dans les terres 29, 1, 209, il semble que l'alumine soit, en majeure partie, à l'état de silicate, à moins que la silice et l'alumine ne coexistent à l'état libre, ce qui est moins probable; et à voir les quantités des deux substances dissoutes par chaque traitement, on doit croire que ce silicate présumé est beaucoup plus sensible au dissolvant alcalin que les argiles de nos champs.

» La présence dans les terres de Madagascar de fortes quantités d'alumine libre, ou formant avec la silice un silicate très attaquable par une dissolution étendue de soude, soulevait deux questions intéressantes :

» Premièrement, en quel état de division se trouvent cette alumine et ce silicate, et quelle est, par suite, leur influence sur les propriétés physiques des sols?

» En second lieu, en voyant combien pauvre est la végétation spontanée dans la plupart de ces terres ocreuses si répandues à Madagascar, on se demande si l'alumine libre ou le silicate présumé ne seraient pas des obstacles au développement des plantes.

» Pour résoudre la première question, il suffisait d'avoir recours à l'analyse physique; je l'ai appliquée aux deux terres nos 124 et 12, où l'alumine libre abonde, et à la terre n° 1, où le silicate supposé se trouve en grande proportion.

([1]) Après avoir entendu ma Communication, mon éminent Confrère M. de Lapparent m'a fait connaître que M. Max Bauer a publié, dans le deuxième Volume de l'année 1898 du *Neues Jahrbuch der Mineralogie* de Stuttgard, une Note sur la latérite des Seychelles, dans laquelle il montre que des roches diverses peuvent laisser comme résidus de leur décomposition la silice et l'alumine, libres l'une et l'autre, et non plus combinées à l'état d'argile. Ce mode de décomposition serait grandement facilité par la nature tropicale du climat. Ainsi l'existence de l'alumine libre dans les terres de Madagascar est simplement une confirmation de faits observés antérieurement par M. Max Bauer.

	Terre.		
	n° 124.		n° 12.
Sable grossier	52,8	pour 100 de terre	58,7
Sable fin	34,8	»	30,6
Argile	8,6	»	5,1
Eau combinée et perte	3,8	»	5,6
	100,0	»	100,0

» Les lots argileux se décomposent comme suit :

Silice	1,15	pour 100 de terre	0,64
Alumine	3,31	»	2,00
Oxyde de fer	2,00	»	1,17
Eau	2,14	»	1,29
	8,60		5,10

» Ainsi, les deux terres où l'on a dosé près de 12 pour 100 d'alumine libre n'en contiennent que 3,31 et 2 pour 100 dans leurs éléments argileux; le reste est à l'état sableux; et, en effet, des lots de sables fins j'ai extrait 9,8 et 9,3 d'alumine pour 100 de terre.

» Des analyses semblables m'ont donné, pour la terre n° 1 :

Sable grossier	61,9	pour 100 de terre
Sable fin	31	»
Argile	5,4	»
Eau et perte	1,7	»
	100,0	»

» Les 5,4 pour 100 d'argile se décomposent en

Silice	2,3
Alumine	2,0
Oxyde de fer	0,6
Eau	0,5
	5,4

» Or, si l'on additionne les quantités de silice et celles d'alumine extraites de la terre n° 1 par les trois traitements, on trouve

Silice	14,41	pour 100 de terre
Alumine	11,75	»
	26,16	

» Soit un total de 26,16 représentant le silicate présumé. Que ses élé-

ments soient vraiment combinés ou libres tous deux, il est clair qu'ils sont, en majeure partie, à l'état sableux.

» En définitive, ni l'alumine libre, ni le silicate n'affectent dans les terres nos 124, 12, 1, cet état de division extrême auquel les argiles de nos terres doivent leurs propriétés physiques, en sorte que leur abondance n'influe guère sur la ténacité des sols.

» C'est d'ailleurs ce que l'on peut constater directement, en pétrissant ces terres avec de l'eau, et les laissant sécher sous forme de petites boules. Celles-ci se brisent entre les doigts sous une très légère pression. Mais ce défaut de cohésion n'est pas lié à la présence de l'alumine libre, car la terre n° 129 et surtout la terre n° 209, qui contiennent l'une de l'alumine libre, l'autre du silicate, prennent par le corroyage avec l'eau et la dessiccation une grande dureté; il faut dire qu'on y trouve, après élimination de l'alumine ou du silicate par les dissolutions sodiques, une assez grande quantité de véritable argile.

» J'ai encore eu recours à l'obligeance de MM. Müntz et Rousseaux pour résoudre la seconde question. Je leur ai demandé quelques échantillons des terres de vallées connues pour leur fertilité. Si j'y trouvais encore l'alumine libre ou le silicate très attaquable en notables quantités, il faudrait conclure que ni l'une ni l'autre n'ont empêché la végétation de prendre possession de ces terres. J'ai examiné à ce point de vue huit échantillons de terres riches, cités dans le Tableau suivant, avec les résultats des analyses :

		Pour 100 de terre tamisée.		
		Azote.	Silice.	Alumine.
	Province d'Imerina, cercle d'Ankazobé.			
N° 50	Vallée à 1350m d'altitude, terre brune, humifère, très riche	0,395	8,95	0,62
N° 123	Vallée à 850m d'altitude, terre d'un brun clair, très fertile	0,363	4,90	2,17
N° 128	Vallée à 875m d'altitude, terre de couleur rouge brun, assez fertile	0,193	3,58	1,75
	Province d'Imerina, cercle de Bétafo.			
N° 27	Vallée à 1350m d'altitude, terre brune, humifère, très riche	0,611	3,27	9,07
N° 64	Vallée à 1300m d'altitude, terre d'un rouge brun, compacte, fertile	0,155	2,56	6,45
N° 114	Vallée à 1450m d'altitude, terre brune, humifère, très riche	0,491	4,06	9,48

		Pour 100 de terre tamisée.		
		Azote.	Silice.	Alumine.
	Province de Betsileo-Moramanga.			
N° 88	Terre prise à flanc de coteau, grise, végétation spontanée vigoureuse..........	0,114	3,50	6,45
N° 98	Vallée à 1000^{m} d'altitude, terre grise, très fertile..........................	0,243	3,06	7,51

» Les trois premières terres ne se font point remarquer par l'abondance de l'alumine; mais les cinq autres en contiennent assurément de notables quantités à l'état libre, qui ne les empêchent nullement d'être d'excellentes terres.

» En résumé, la plupart des échantillons de terres de Madagascar étudiées dans cette Note contiennent, en proportions souvent considérables, soit de l'alumine libre, soit un silicate de cette base très attaquable par une dissolution diluée de soude; cette alumine et ce silicate se trouvent, en majeure partie, à l'état sableux, et ne sont pas des agents de ténacité dans ces terres; enfin ils paraissent ne pas faire obstacle à la végétation. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre dans la Section de Médecine et Chirurgie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Potain*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 65,

M. Laveran	obtient	13	suffrages
M. Charrin	»	12	»
M. Richet	»	12	»
M. Lancereaux	»	8	»
M. Hayem	»	7	»
M. Cornil	»	6	»
M. Jaccoud	»	6	»
M. Fournier	»	1	»

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Au second tour de scrutin, le nombre des votants étant 66,

M. Laveran	obtient	22	suffrages
M. Richet	»	17	»
M. Charrin	»	13	»
M. Lancereaux	»	8	»
M. Jaccoud	»	5	»
M. Hayem	»	1	»

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un scrutin de ballottage.

Le nombre des votants étant 66,

M. Laveran	obtient	40	suffrages
M. Richet	»	26	»

M. **Laveran**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres qui sera chargée de la vérification des comptes pour l'année 1900.

MM. **Mascart** et **Bassot** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Jules Garnier* ayant pour titre : « Nouvelle-Calédonie (côte orientale) ». (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

2° Une Brochure de M. *Fernand Delisle* intitulée : « La Montagne Noire et le col de Naurouze ». (Présentée par M. Bouquet de la Grye.)

ASTRONOMIE. — *Sur l'éclipse du quatrième satellite de Jupiter, observée à Paris le 17 mai 1901.* Note de M. G. **Bigourdan**, communiquée par M. Lœwy.

« Les éclipses du quatrième satellite de Jupiter, fort importantes pour sa théorie, ne se produisent qu'à des intervalles assez éloignés. Pour des raisons bien connues, les plus importantes de ces éclipses sont celles qu'un même observateur peut étudier complètement (disparition et réapparition) avec un même instrument. Mais ces observations complètes sont extrêmement rares, car, vers 1820, de Zach évaluait à quatre ou cinq seulement celles qui avaient été obtenues dans l'espace de plus de deux siècles.

» Ce phénomène vient d'être observable à Paris, dans la nuit du 17 au 18 mai, et il a été accompagné de quelques circonstances qui augmentent son intérêt.

» Voici d'abord les observations; je les ai faites avec les trois lunettes suivantes : I, II, III (chercheurs de l'équatorial de la tour de l'Ouest et lunette de cet instrument), dont voici les ouvertures, les distances focales et les grossissements :

Lunette.	Ouverture utile.	Distance focale.	Grossissement employé.
I....	0^m,057	0^m,53	31
II..........	0,087	1,60	59
III.........	0,305	5,28	154

» Dans la lunette III le satellite a été fortement affaibli, mais il n'a jamais disparu; même il a toujours été très facile à voir et l'on peut penser qu'il aurait encore été vu constamment dans une lunette de 0^m,15 à 0^m,18 d'ouverture.

» Pour les lunettes I et II l'éclipse a été complète, et voici les heures notées :

I. Disparition à...	13^h.18^m.24^s	t. m. de Paris	Nuages à la réapparition
II. » ...	13.21.46	»	
II. Réapparition...	13.51.58	»	

» Comparés aux prévisions de la *Connaissance des Temps* ces nombres

donnent, dans le sens (obs. — calcul), les corrections suivantes pour cette éphéméride :

Disparition.	I	+ 9.30
	II	+12.52
Réapparition.	II	−33.53
Opposition.	II	−13.31

ASTRONOMIE. — *Observations d'éclats de la* Nova Persée. Note de M. **M. Luizet**, présentée par M. Lœwy.

« Les observations ci-dessous de la *Nova Persée* font suite à celles publiées dans les *Comptes rendus* de la séance de l'Académie des Sciences du 4 mars 1901.

» Ces observations ont été faites, soit à l'œil nu, soit à l'aide d'une jumelle, par la méthode des degrés, et les étoiles de comparaisons, avec la grandeur adoptée pour chacune d'elles, sont les suivantes :

	Gr		Gr
α Persée	1,9	σ Persée	4,5
γ Cassiopée	2,2	*l*	5,1
γ Persée	3,0	Fl. 36	5,3
δ Persée	3,1	Fl. 30	5,4
ν Persée	3,9	DM + 43.818	5,7

» Les grandeurs obtenues pour la *Nova* sont :

1901.	Temps moyen de Paris.	Grand.	1901.	Temps moyen de Paris.	Grand.	1901.	Temps moyen de Paris.	Grand.
	h m			h m			h m	
Mars 1	8.45	2,15	Mars 29	7.25	4,8	Avril 16	7.40	5,5
6	11.30	3,3	Avril 1	10.45	4,1	17	7.45	5,2
7	9.30	3,2	6	8. 0	4,4	18	7.40	4,2
8	6.50	3,3	8	7.35	4,5	18	8.12	4,2
8	8.20	3,0	9	7.30	4,7	19	7.45	5,4
8	9.15	3,0	9	9.10	4,6	19	8.34	5,5
16	9.35	3,7	9	9.50	4,6	20	7.50	5,7
19	9.15	5,3	10	8. 0	5,5	23	8. 5	4,4
23	7.25	3,8	10	9.27	5,4	24	9. 0	5,3
26	10.50	4,1	11	7.45	5,7	29	8.50	5,5
28	9.10	5,1	15	7.40	5,6			
28	9.40	5,1						

» Les variations rapides d'éclat de cette étoile, signalées en mars par plusieurs observateurs, atteignent encore fin avril environ une grandeur, mais il ne semble pas que leur périodicité soit régulière. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes réguliers d'ordre fini.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Conservant les définitions et notations de ma Communication du 11 mars 1901, employons aussi le calcul symbolique des formes bilinéaires (Frobenius, *Journal de Crelle*, t. 84). La même lettre A désignera à la fois la forme bilinéaire $A = A(x, y) = \Sigma a_{jk} y_j x_k$ et la substitution

$$A = [a_{jk}] = \left| x_j \frac{\partial A}{\partial y} \right|.$$

La forme ou la substitution $A' = [a_{kj}]$ sera la transposée de A. La forme

$$E = \Sigma xy$$

fournit la substitution unité. Enfin la forme

$$T = \begin{vmatrix} y_1 & y_2 \\ x_1 & x_2 \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} y_3 & y_4 \\ x_3 & x_4 \end{vmatrix}$$

est l'invariant absolu de définition pour toute régulière. D'ailleurs

$$T' + T = T^2 + E = 0.$$

» Nommons g et $\overline{g}$ deux quantités imaginaires conjuguées. Posons

$$\overline{A} = [\overline{a_{jk}}],$$

si $A = [a_{jk}]$. Si $\overline{A} = A$, A est réelle et s'écrira A_r. Si $\overline{A} = -A$, A est purement imaginaire et s'écrit A_p. On sait, d'après les travaux récents de divers auteurs (MM. Fuchs, Lœwy, Moore, Maschke, Taber, etc.), que tout groupe linéaire d'ordre fini, n — aire, possède un invariant absolu H. H est une forme d'Hermite

$$H = H(x, \overline{x}) = \Sigma \theta_{jk} x_j \overline{x_k}, \qquad \theta_{jk} = \overline{\theta_{kj}} = \text{const.},$$

toujours positive, sauf quand les x s'évanouissent.

» Ces préliminaires rappelés, revenons aux régulières U et aux groupes réguliers G d'ordre fini.

» U peut se mettre *régulièrement* sous une des quatre formes canoniques suivantes :

$$U_0 = |x_j b_j x_j| = [b_1, b_2, b_3, b_4],$$

où $i^2 + 1 = 0$ et α et β désignent des arcs réels dont le rapport à la circonférence est commensurable :

(I)	$[e^{i\alpha}, e^{-i\alpha}, e^{i\beta}, e^{-i\beta}]$	La régulière U sera de première, ... espèce, suivant que U_0 est du type I, II, ...
(II)	$[1, 1, e^{i\beta}, e^{-i\beta}]$	
(III)	$[e^{i\alpha}, e^{-i\alpha}, e^{i\alpha}, e^{-i\alpha}]$	
(IV)	$[1, 1, -1, -1]$	

» Admettons, ce qui est le cas général, que G possède au moins une U de première espèce. Alors H peut *régulièrement* s'écrire

$$H = H(x, y) = \Sigma hxy, \qquad h = \text{const. positive ou nulle.}$$

» L'hypothèse où le déterminant $|H| = h_1 h_2 h_3 h_4$ de H s'évanouit, mène à des G décomposables déjà construits dans ma Note du 11 mars dernier. Si $|H| \neq 0$, on peut *régulièrement* écrire

$$H(x, y) = a(x_1 y_1 + x_2 y_2) + b(x_3 y_3 + x_4 y_4).$$

» Le cas $a \neq b$ donne encore des G décomposables. Finalement il viendra

$$H(x, y) = \Sigma xy = E.$$

» Théorème I. — *Toute* U *de* G *est donnée par les formules*

$$U = A(x, y) + iB(x, y), \qquad U^{-1} = A' - iB',$$

où les formes réelles bilinéaires A *et* B *satisfont à*

$$AA' + BB' = E, \qquad T^{-1}AT = A,$$
$$AB' = BA', \qquad T^{-1}BT = -B'.$$

» Théorème II. — *Toute* U *de* G *peut s'écrire aussi*

(1) $$\pm U = (S + \sigma T)^{-1}(S - \sigma T),$$

où la forme bilinéaire symétrique S *est*

$$S = S(x, y) = \Sigma y \frac{\partial F_0}{\partial x} + i \Sigma y \frac{\partial F_2}{\partial x},$$

F_0 *et* F_2 *étant des formes quadratiques réelles en* x_j.

$$F_0(x) = l_1(x_1^2 + x_2^2) + l_2(x_3^2 + x_4^2) + l_3(x_1 x_3 - x_2 x_4) + l_4(x_2 x_3 + x_1 x_4),$$

$$F_2(x) = M_1(x_1^2 + x_2^2) + M_3(x_3^2 + x_4^2) + M_2 x_1 x_2 + M_4 x_3 x_4 + m_3(x_1 x_3 + x_2 x_4) + m_4(x_2 x_3 - x_1 x_4).$$

» Le théorème II fournit explicitement U à l'aide de dix paramètres réels, rapports des onze quantités réelles $l_1, \ldots, l_4, M_1, \ldots, M_4, m_3, m_4, \sigma$. Ce théorème n'est pas applicable immédiatement à une U de quatrième espèce, mais fournit une régulière V telle que $U = V^3$.

» L'équation caractéristique de U est

$$\varphi(r) = |-(1-r)S + (1-r)T| = 0.$$

» Le problème relatif à la construction du système fondamental de U se confond avec la recherche du système *nodal* [(Chapitre IX de mon Mémoire *Sur la limitation du degré pour les intégrales algébriques de l'équation différentielle du premier ordre* (*Journal de l'École Polytechnique*, 63e et 64e Cahiers)], sur la quadrique $S(x, x) = 0$.

» Théorème III. — *Pour que* G *soit réel* (c'est-à-dire exclusivement composé de régulières réelles U_r), *il faut et il suffit qu'il soit orthogonal*, c'est-à-dire admette $X = \Sigma x^2$ pour invariant absolu.

» Théorème IV. — *Tout groupe orthogonal* G *est décomposable* et se trouve construit par avance dans ma Note du 11 mars 1901.

» Théorème V. — *Pour qu'une régulière soit purement imaginaire* ($U = U_p$), *il faut et il suffit qu'elle multiplie* X *par* -1.

» Théorème VI. — *Tout groupe* G *exclusivement composé de* U_r *et de* U_p *s'obtient en combinant un groupe réel* G_r *avec une* U_p *unique, à laquelle* G_r *est permutable.* G_r *contient la moitié des substitutions de* G.

» Une Note ultérieure continuera l'énumération des groupes G, réguliers, d'ordre fini. »

PHYSIQUE. — *Sur les abaissements moléculaires de la température du maximum de densité de l'eau produits par la dissolution des chlorures, bromures et iodures de potassium, sodium, rubidium, lithium et ammonium; rapports de ces abaissements entre eux.* Note de M. L.-C. de Coppet [1], présentée par M. J. Violle.

« Les résultats des expériences avec les bromures et iodures de po-

[1] Voir les Notes précédentes (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1559; 1899; t. CXXXI, p. 178; 1900).

tassium, sodium, rubidium et ammonium sont consignés dans le Tableau suivant. Les températures sont celles du thermomètre à hydrogène.

Nature et poids moléculaire du corps dissous.	m. Molécules-gramme du corps dissous dans 1000gr d'eau.	t_m. Température du maximum de densité.	n. Nombre de valeurs particulières trouvées pour t_m.	$\pm\sqrt{\frac{\Sigma\Delta^2}{n(n-1)}}$. Erreur probable de t_m.	D. Abaissement de la température du maximum au-dessous de 3°,982.	$\frac{D}{m}$. Abaissement moléculaire de la température du maximum.
Bromure de potassium KBr = 119,1.	0,1497	2°,077	19	0°,009	1°,905	12,73
	0,2934	0,208	21	0,019	3,774	12,86
Bromure de sodium NaBr = 103,0.	0,1371	1,982	22	0,008	2,000	14,59
	0,2187	0,823	19	0,012	3,159	14,45
Bromure de rubidium RbBr = 165,4.	0,1503	2,006	22	0,009	1,976	13,15
Bromure d'ammonium NH⁴Br = 98,0	0,2707	1,621	18	0,008	2,361	8,72
Iodure de potassium KI = 166,0.	0,1672	1,415	13	0,014	2,567	15,35
	0,2488	0,146	13	0,003	3,836	15,42
	0,2961	−0,606	18	0,021	4,588	15,49
Iodure de sodium NaI = 149,9.	0,1431	1,563	19	0,002	2,419	16,90
	0,1829	0,871	18	0,012	3,111	17,01
Iodure de rubidium RbI = 211,25.	0,1448	1,722	18	0,004	2,260	15,61
Iodure d'ammonium NH⁴I = 144,9.	0,4063	−0,544	15	0,057	4,526	11,14

» Comme pour les sels précédemment étudiés, l'abaissement de la température du maximum de densité de l'eau est *proportionnel à la quantité de substance dissoute* (loi de Despretz); l'*abaissement moléculaire* est à peu près *constant*, et les différences observées peuvent être attribuées aux erreurs d'expérience. Les sels de lithium, cependant, font exception. Leur abaissement moléculaire *croît avec la concentration de la solution* (¹), et cet

(¹) Voir les Notes précédentes.

abaissement est trop accentué pour pouvoir être attribué aux erreurs d'expérience.

» Le Tableau suivant résume tous les résultats :

Abaissements moléculaires (moyens) de la température du maximum de densité de l'eau produits par :

	Le chlorure :	Le bromure :	L'iodure :
	°	°	°
De rubidium	11,7	13,2	15,6
De potassium	11,6	12,8	15,4
De sodium	13,2	14,5	17,0
De lithium	6,0	7,0	8,3
D'ammonium	7,2	8,7	11,1

» Ce sont les sels de sodium qui abaissent le plus la température du maximum de densité de l'eau. Viennent ensuite les sels de rubidium et de potassium, pour lesquels les abaissements moléculaires sont à peu près égaux. Les abaissements produits par les sels de lithium sont moitié moins grands que les précédents. L'ammonium se place entre le potassium et le lithium.

» Quel que soit le métal, le bromure abaisse toujours plus que le chlorure (et l'iodure plus que le bromure) la température du maximum de densité de l'eau; et, fait caractéristique, *le rapport entre les abaissements produits par le chlorure et le bromure* (ou le bromure et l'iodure) *d'un même métal* est sensiblement *le même pour tous les métaux du groupe*. C'est ce que font voir les Tableaux suivants :

$$\frac{11,7(\mathrm{RbCl})}{13,2(\mathrm{RbBr})} = 0,89, \quad \frac{11,6(\mathrm{KCl})}{12,8(\mathrm{KBr})} = 0,91, \quad \frac{13,2(\mathrm{NaCl})}{14,5(\mathrm{NaBr})} = 0,91,$$

$$\frac{6,0(\mathrm{LiCl})}{7,0(\mathrm{LiBr})} = 0,86, \quad \frac{7,2(\mathrm{NH^4Cl})}{8,7(\mathrm{NH^4Br})} = 0,83.$$

» De même

$$\frac{13,2(\mathrm{RbBr})}{15,6(\mathrm{RbI})} = 0,85, \quad \frac{12,8(\mathrm{KBr})}{15,4(\mathrm{KI})} = 0,83. \quad \frac{14,5(\mathrm{NaBr})}{17,0(\mathrm{NaI})} = 0,85,$$

$$\frac{7,0(\mathrm{LiBr})}{8,3(\mathrm{LiI})} = 0,84, \quad \frac{8,7(\mathrm{NH^4Br})}{11,1(\mathrm{NH^4I})} = 0,78. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Alcools et carbure de calcium.* Note de M. **Pierre Lefebvre**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (9 avril 1900), j'ai exposé les résultats auxquels j'étais arrivé en faisant passer de la vapeur de chlorure d'amyle sur du carbure de calcium chauffé au rouge naissant. Cette étude était corrélative de celle que j'avais commencée et que j'ai poursuivie depuis sur la décomposition des alcools passant sur le carbure de calcium chauffé vers 500°. Je me propose, dans cette Note, d'indiquer la composition des gaz que j'ai obtenus dans cette réaction appliquée aux quatre alcools primaires les plus faciles à se procurer.

» Les expériences ont été effectuées, les unes dans un tube de fer, les prises de gaz étant faites au cours d'une action prolongée; les autres dans des tubes de verre d'Iéna, tout le gaz étant recueilli de façon à permettre des mesures ultérieures, l'alcool et le carbure étant placés dans le tube même. L'analyse des gaz a été faite au moyen des absorbants ordinaires; des essais eudiométriques ont été faits concurremment.

» Voici les moyennes des résultats obtenus avec l'*alcool amylique* :

	I.	II.	III.
Acétylène	2,5	2,2	traces
Éthylène	4,9	2,7	3,4
Oxyde de carbone	8,6	7,5	12,4
Anhydride carbonique	2,2	2,9	2,0
Carbures éthyléniques	8,6	6,9	14,3
Éthane	8,0	11,9	4,2
Hydrogène	65,3	65,9	63,7

» Les expériences faites dans des tubes de verre ont leur moyenne en I; celles faites dans un tube de fer, en II; la colonne III se rapporte à des expériences faites en remplaçant le carbure de calcium par de la porcelaine.

» L'analyse eudiométrique et l'étude des composés bromés tendent à indiquer que les carbures éthyléniques renferment de $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ de propylène, traces de butylène; il n'y a pas de triméthylène; le reste est du triméthyléthylène. La solubilité dans l'alcool amylique tend à indiquer l'éthane de préférence aux autres carbures saturés.

» L'*alcool isobutylique* a donné les résultats suivants :

	I.	II.
Acétylène	3,8	»
Éthylène	4,8	»
Oxyde de carbone	6,8	6,0
Butylène	7,8	»
Éthane	13,4	13,1
Hydrogène	63,4	59,9
Anhydride carbonique	»	1,9

» Le point d'ébullition du bromure (vers 150°), les précipités jaune et orangé que donne le gaz avec les réactifs de M. Denigès [1] montrent nettement que les carbures éthyléniques se réduisent presque exclusivement au méthyl-2-propène (isobutylène). Même remarque que tout à l'heure relativement à l'éthane.

» Avec l'*alcool éthylique* j'ai obtenu les résultats moyens suivants (tube de fer) :

Acétylène	3,6
Éthylène	9,1
Oxyde de carbone	4,5
Carbures éthyléniques	0,3
Éthane	9,6
Hydrogène	65,5
Anhydride carbonique	4,4

» Enfin l'*alcool méthylique* a donné par son passage sur le carbure le gaz dont la composition suit :

Acétylène	1,4
Éthylène	4,2
Oxyde de carbone	8,3
Carbures éthyléniques	2,5
Éthane	13,8
Hydrogène	68,5
Anhydride carbonique	1,3

» Des expériences complémentaires seront d'ailleurs nécessaires pour préciser la nature, peut-être même affirmer l'existence de carbures éthyléniques autres que l'éthylène dans les produits de décomposition des alcools éthylique et méthylique.

» De ces diverses analyses de gaz ressort un excès considérable d'hydrogène libre ou combiné relativement aux proportions existantes dans les alcools dont ils proviennent. Corrélativement, les produits liquides présenteront un déficit d'hydrogène; parmi ces produits on trouve, en effet, l'aldéhyde correspondant à l'alcool employé. (Je ferai toutefois une restriction pour le cas de l'alcool méthylique.)

» Pour moi, la formation de l'aldéhyde résulte d'une *déshydrogénation* de l'alcool par la chaleur, *favorisée,* dans mes expériences, *en présence d'acétylène naissant,* par la combinaison de celui-ci avec l'hydrogène.

» Dans le cas de la décomposition de l'alcool éthylique par la chaleur,

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. XVIII, p. 38.

la production d'aldéhyde a été depuis longtemps signalée par M. Berthelot [1] (expériences faites au rouge vif dans un tube de porcelaine contenant de la pierre ponce).

» Relativement au cas de la décomposition de l'alcool amylique par la chaleur, j'ai reconnu la formation de valéral dans des expériences comparatives faites sans carbure de calcium et restées sans publication officielle (expériences faites en mai 1897 dans un tube de fer *vide* porté au rouge sombre, expérience faite le 22 juin 1900 dans un tube de verre vert contenant des fragments de porcelaine également au rouge sombre).

» Dans des recherches relatives à la décomposition pyrogénée des alcools en général, M. Ipatieff [2] a constaté qu'en faisant passer un alcool primaire dans un tube (le plus souvent en fer) porté au rouge (660° à 750° suivant l'alcool) on obtenait des proportions considérables de l'aldéhyde correspondant à l'alcool, les rendements pouvant aller à 30 et 50 pour 100.

» Jamais je n'ai obtenu de pareils rendements en aldéhyde correspondant à l'alcool dans mes recherches en présence du carbure de calcium (10 pour 100 au maximum), mais il faut remarquer que la température y est incomparablement moins élevée; c'est pourquoi je crois pouvoir affirmer que la déshydrogénation des alcools est *favorisée* par la présence du carbure de calcium, ou plutôt de l'hydrogène naissant.

» Je poursuis en ce moment l'étude des produits liquides obtenus en faisant passer les vapeurs des alcools sur le carbure de calcium à la température de 500° environ. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la condensation des carbures acétyléniques vrais avec l'aldéhyde formique; synthèse d'alcools primaires acétyléniques.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **H. Desmots**, présentée par M. H. Moissan.

« Pendant longtemps, le seul alcool acétylénique connu a été l'alcool propiolique $CH \equiv C - CH^2OH$, préparé pour la première fois par Henry, en traitant par la potasse l'alcool allylique bromé [3]. Tout dernièrement, le phénylacétylène a été combiné d'une part avec l'acétophénone et la

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXIII, p. 295, et 4e série, t. XII, p. 48.

[2] *Journal de la Société physico-chimique russe*, t. XXXIII, p. 143.

[3] *Ann. Scient. Brux.*, 1878.

benzophénone par M. Nef (1), et de l'autre avec l'acétone ordinaire par MM. Favorsky et Skosarewsky (2); les composés ainsi obtenus doivent être envisagés comme des alcools tertiaires acétyléniques.

» Nous avons trouvé, dans la condensation des carbures acétyléniques vrais $R - C \equiv CH$ avec l'aldéhyde formique CH^2O, une méthode de synthèse très simple des alcools primaires acétyléniques

$$R - C \equiv C - CH^2OH.$$

» Après une multitude d'essais infructueux pratiqués avec la solution ordinaire de formol et les carbures à l'état libre, en présence d'agents de condensation variés, nous avons été conduits à tenter de faire réagir sur les carbures sodés le polymère solide $(CH^2O)^n$ connu sous le nom de *trioxyméthylène*. L'expérience a pleinement réussi; voici le mode opératoire le plus avantageux :

» On ajoute peu à peu, au carbure sodé en suspension dans l'éther absolu, un excès de trioxyméthylène bien sec et préalablement réduit en poudre aussi fine que possible. La réaction ne tarde pas à se déclarer : l'éther entre en ébullition et la masse se colore peu à peu en brun. Au bout d'environ vingt minutes, on verse le tout dans de l'eau légèrement sulfurique, on décante la couche éthérée, on la lave à l'eau et on la sèche; après évaporation de l'éther, le résidu est rectifié par distillation dans le vide. Les rendements sont voisins de 30 pour 100.

» On obtient ainsi, en partant de l'œnanthylidène, carbure acyclique $CH^3 - (CH^2)^4 - C \equiv CH$, un corps huileux incolore, passant à 98° sous 13mm; le liquide ne se solidifie pas à −23°, et a pour densité 0,8983 à 0°. Sa formule brute est $C^8H^{14}O$. L'anhydride acétique l'éthérifie aisément; l'éther correspondant distille à 113°-114° sous 16mm.

» Avec le phénylacétylène, carbure cyclique $C^6H^5 - C \equiv CH$, on prepare de même un alcool C^9H^8O qui passe à 139° sous 16mm; c'est une huile incolore, non solidifiable à −23°, de densité 1,0811 à 0°; l'éther acétique distille à 146° sous 16mm.

» Les deux alcools forment, comme la plupart des composés à triples liaisons, des combinaisons cristallisées, blanches, avec le sublimé en solution aqueuse concentrée. Ils réduisent, lentement à froid et rapidement à chaud, le nitrate d'argent ammoniacal, avec production d'un miroir métallique. La potasse en solution aqueuse ou alcoolique est, même à l'ébul-

(1) *Ann. Liebig*, t. CCCVIII, p. 281.
(2) *Journ. Soc. phys. chim. russe*, t. XXXII, p. 652.

lition, sans action sensible sur ces composés, contrairement à ce que l'on observe dans le cas des acétones acétyléniques R — C ≡ C — CO — R′ et des acides acétyléniques R — C ≡ C — CO^2H (¹), et aussi dans celui de l'acétone-phénylacétylène (²).

» Quant à leur constitution, elle découle immédiatement de cette observation qu'ils ne précipitent pas par les réactifs des carbures acétyléniques vrais R — C ≡ CH; le réactif de Béhal (nitrate d'argent en solution alcoolique), par exemple, est sans action. L'hydrogène typique des carbures acétyléniques vrais dont on est parti a donc disparu; il est forcé, dès lors, qu'il ait été remplacé par le groupement fonctionnel alcoolique, lequel est nécessairement primaire, vu sa position terminale. Par conséquent, la formule de constitution des deux nouveaux alcools ne peut être que

$$CH^3 - (CH^2)^4 - C \equiv C - CH^2OH$$

pour le premier, et

$$C^6H^5 - C \equiv C - CH^2OH$$

pour le second. Nous les appellerons respectivement *alcool amylpropiolique* et *alcool phénylpropiolique*.

» Il est maintenant aisé de se rendre compte du mécanisme de la réaction génératrice de ces alcools : le trioxyméthylène se dépolymérise, et l'aldéhyde formique qui en résulte s'unit au carbure sodé en donnant le dérivé sodé de l'alcool acétylénique,

$$R - C \equiv CNa + CH^2O = R - C \equiv C - CH^2ONa;$$

l'action ultérieure de l'eau décompose ensuite l'alcool sodé, en mettant en liberté l'alcool et de la soude caustique.

» Nous devons ajouter que, dans la réaction productrice d'alcool amylpropiolique, une deuxième substance prend naissance qui bout à 178° sous 16^{mm}. C'est une huile inodore, non solidifiable à −23°, de densité 0,907 à 0° et 0,892 à 19°; son indice de réfraction à 19° est 1,474. Comme les deux alcools précédents, le corps, sans action sur les réactifs des carbures acétyléniques vrais, réagit, très lentement toutefois, sur la solution aqueuse de sublimé; de même aussi il réduit à chaud le nitrate d'argent ammoniacal, en donnant le miroir métallique. Les alcalis caustiques à

(¹) Ch. Moureu et R. Delange, *Comptes rendus*, 1900 et 1901.
(²) Favorsky et Skosarewsky, *loc. cit.*

l'ébullition l'altèrent profondément : des produits de condensation élevés prennent naissance, non distillables sans décomposition. Ce composé paraît être un alcool di-amylpropiolique $C^{16}H^{26}O$, résultant de l'union de deux molécules d'alcool amylpropiolique $C^8H^{14}O$ avec élimination d'une molécule d'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des chlorures d'acides sur les éthers-oxydes en présence du zinc.* Note de M. **P. Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

« Le numéro du 6 mai des *Comptes rendus* renferme (p. 1129) une Note de M. Descudé, dans laquelle ce dernier indique que les chlorures d'acides réagissent sur les éthers-oxydes en présence de chlorure de zinc en donnant naissance à un éther-sel et à un chlorure alcoolique :

$$R.COCl + (C^2H^5)^2O = R.CO^2C^2H^5 + C^2H^5Cl.$$

» M. Descudé paraît n'avoir eu connaissance ni du travail déjà ancien de M. Freund ([1]), ni de la Communication que j'ai faite récemment à la Société chimique de Paris ([2]).

» M. Freund a montré que, lorsqu'on fait agir le *zinc* sur une solution de *chlorure de butyryle* dans l'*oxyde d'éthyle*, on obtient un mélange de *butyrate d'éthyle*, de *chlorure d'éthyle* et d'un composé répondant à la formule du *dibutyryle*, tandis qu'il se forme en même temps du chlorure de zinc. D'après M. Freund, la réaction serait représentée exactement par l'équation

$$4C^3H^7.COCl + Zn + 2(C^2H^5)^2O$$
$$= 2C^3H^7.CO^2C^2H^5 + 2C^2H^5Cl + ZnCl^2 + C^3H^7.CO.CO.C^3H^7.$$

Poursuivant moi-même l'étude de l'action du couple zinc-cuivre sur les chlorures d'acides, j'ai pu confirmer les résultats obtenus par M. Freund, du moins en ce qui concerne la formation de l'éther-sel et du chlorure alcoolique. Mes expériences, qui sont décrites en partie dans les *Procès-Verbaux* cités plus haut et sur le détail desquelles je ne reviendrai pas ici,

---

([1]) *Ann. Chem.*, t. CXVIII, p. 33.

([2]) *Procès-Verbaux* des séances du 24 novembre 1900, t. XXIII, p. 899, et du 14 décembre 1900, t. XXV, p. 3.

ont porté sur les chlorures de butyryle, d'acétyle et d'isovaléryle et sur les oxydes d'éthyle et de méthyle-isoamyle. Je rappellerai simplement que j'ai établi avec certitude que la moitié du chlore disponible était transformée en chlorure de zinc et l'autre moitié en chlorure d'éthyle, et qu'on pouvait, dans certaines conditions, obtenir plus de butyrate d'éthyle et moins de produit supérieur que l'exigerait l'équation ci-dessus ([1]).

» On voit donc qu'on se trouve, à un moment donné, aussi bien dans les expériences de M. Freund que dans les miennes, dans des conditions semblables à celles où M. Descudé s'est placé; on est en présence d'un mélange de chlorure d'acide, de chlorure de zinc et d'éther-oxyde, qui se transforme peu à peu en éther-sel et chlorure alcoolique. La seule différence réside dans le fait que, dans le premier cas, la présence du zinc donne lieu à une autre réaction qui s'effectue dans une proportion assez variable.

» Il résulte de là que la réaction décrite par M. Descudé n'est pas absolument nouvelle, bien que nous soyons redevables à ce chimiste d'avoir démontré que les deux réactions signalées par M. Freund ne sont pas indissolublement liées l'une à l'autre.

» Cette Note n'a d'ailleurs pas pour objet une réclamation de priorité que seul M. Freund aurait le droit de faire. Je désire simplement me réserver l'étude de trois cas particuliers qui peuvent conduire à l'obtention de produits intéressants (action du couple zinc-cuivre sur le chlorure de succinyle en présence d'éther, et sur le chlorure d'acétyle en présence de formal et d'éther orthoformique). Cette étude, qui pourrait être faite plus aisément par le procédé de M. Descudé, est commencée depuis un certain temps dans mon laboratoire, et les résultats en seront publiés très prochainement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation des alcools primaires par l'action de contact.* Note de M. **J.-A. Trillat**, présentée par M. Duclaux.

« L'action catalytique et bien connue de la spirale de platine incandescente est loin de se limiter à l'oxydation des alcools méthylique et

---

([1]) L'une des équations du *Procès-Verbal* (t. XXV, p. 3) renferme, par suite d'une erreur de transcription, les termes Zn et $ZnCl^2$, qui ne doivent subsister que dans la seconde équation.

éthylique. J'ai entrepris une étude générale de ces phénomènes de contact et cette Note a pour but de résumer mes premières observations et les résultats obtenus sur les alcools primaires de la série grasse.

» La méthode a consisté à faire passer un mélange d'air et d'alcool sur une spirale portée au rouge. Le dispositif est analogue à celui que j'ai déjà publié [1]. J'y ai cependant ajouté quelques modifications qui seront décrites dans un Mémoire plus complet. A côté de cet appareil, j'en ai imaginé un second qui permet d'étudier l'oxydation des alcools par le noir de platine. Il consiste en une série de tubes en U, garnis de fragments de pierre ponce auxquels on a fait absorber du noir de platine. Les vapeurs d'alcool traversaient ainsi le système de tubes et pouvaient être ultérieurement condensées et analysées.

» Le point important sur lequel j'ai fixé mon attention est la délimitation nette du premier terme d'oxydation pour chacun des alcools expérimentés, en dehors de la formation de produits de dissociation. Si, en effet, on fait passer, par exemple, des vapeurs d'alcool amylique dans un tube de cuivre porté au rouge, on obtiendra un mélange de produits pyrogénés : ce n'est qu'exceptionnellement que l'on pourra trouver le premier terme immédiat et normal de l'oxydation de cet alcool. Lorsqu'on oxyde l'alcool méthylique par la spirale de platine, on obtient non seulement de l'aldéhyde méthylique, mais du méthylal et une certaine quantité d'autres produits. Il y a donc lieu de distinguer les corps obtenus par ces procédés en produits immédiats d'oxydation et produits de dissociation ou de désagrégation.

» Un certain nombre de facteurs exercent une action sur les produits d'oxydation d'un mélange d'air et de vapeur d'alcool; j'ai pu établir la nature de quelques-unes de ces variations par des appareils et des méthodes qui seront exposés ailleurs.

» Les deux premiers alcools de la série ont spécialement servi à ce genre d'étude. Dans tous les essais on a constaté la présence du méthylal dans le cas de l'alcool méthylique et de l'acétal dans celui de l'alcool éthylique. La production de ces combinaisons a lieu surtout à température rouge très sombre. Le rendement en aldéhyde augmente avec la température, tandis que la proportion de méthylal ou d'acétal diminue. En élevant la température il se forme des quantités considérables d'acide carbonique; on se trouve, dès lors, en présence de produits de pyrogénation.

» La réaction concernant la formation des acétals est réversible : en

(1) *Voir* WURTZ, *Deuxième supplément*, fasc. 34, p. 275.

faisant passer des vapeurs de méthylal ou d'acétal sur la spirale, une partie est régénérée à l'état d'alcool et d'aldéhyde. La chaleur due à cette dissociation maintient la spirale à l'état incandescent.

» Contrairement à l'opinion de plusieurs chimistes, l'eau n'est pas un obstacle à l'oxydation des vapeurs d'alcool par l'action catalytique de la spirale de platine. Pour le prouver, j'ai déterminé l'incandescence d'une spirale de platine par des mélanges de vapeurs d'eau, d'alcool et d'air, à des températures inférieures à 200°.

» Comme certains alcools ont un point d'ébullition très élevé et sont décomposables à cette température, j'ai utilisé cette propriété en les entraînant par de la vapeur d'eau sur la spirale de platine.

» J'ai démontré aussi dans mes expériences que l'alcool éthylique, même en l'absence d'air, était susceptible de donner de l'aldéhyde acétique.

» L'étude de l'oxydation des alcools primaires par le noir de platine et les corps poreux au lieu de la spirale de platine, a prouvé d'une manière générale que ce genre de réaction se limitait de préférence à la formation de l'acide correspondant.

» Outre les alcools méthylique et éthylique, j'ai appliqué la méthode aux alcools suivants : alcool propylique normal, alcools butylique normal et isopropylique, alcool isoamylique, alcool heptylique normal et alcool octylique primaire.

» J'ai pu constater, dans les produits d'oxydation de tous ces alcools, la présence de l'aldéhyde correspondante, que j'ai chaque fois caractérisée par ses constantes physiques.

» Les rendements ont varié de 1,8 à 15 pour 100; je fais observer que l'alcool non transformé peut être régénéré en grande partie.

» Les conclusions qui se dégagent des expériences sont les suivantes :

» 1° Tous les alcools primaires de la série grasse sont oxydables sous l'influence de la spirale de platine; 2° on peut limiter l'oxydation à l'aldéhyde correspondante à l'alcool; 3° la présence d'eau n'est pas un obstacle à l'oxydation, elle peut même la favoriser; 4° les corps poreux et le noir de platine, dans les conditions sous lesquelles j'ai opéré, donnent par oxydation les acides correspondants plutôt que les aldéhydes; 5° la formation des acétals, sous l'influence catalytique, est constante au moins pour les premiers termes de la série grasse : en outre la réaction est réversible. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la substitution du blanc de zinc à la céruse dans la peinture à l'huile.* Note de M. **Ach. Livache**, présentée par M. Troost.

« Dès 1782, Guyton de Morveau publiait, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences,* un travail très étendu exposant les résultats des recherches qu'il avait effectuées en vue de perfectionner la peinture à l'huile, et il espérait alors que le blanc de zinc pourrait remplacer la céruse « dans » la peinture des appartements, ..., moins pour ajouter un nouveau luxe à » ce genre d'ornement que pour le salut des ouvriers et peut-être de ceux » qui habitent trop tôt des maisons ainsi ornées ». Mais c'est en vain qu'en 1786 et en 1802 il renouvela ses efforts pour arriver à cette substitution. On peut encore signaler un rapport de Fourcroy, Berthollet et Vauquelin en 1808, et, enfin, les beaux travaux de Chevreul en 1850, à la suite des résultats obtenus par Leclaire. Depuis, la question a été souvent reprise, mais elle n'a pas fait de progrès sensibles et, jusque dans ces derniers temps, on semblait accepter l'emploi de la céruse comme imposé par les conditions d'un travail satisfaisant et économique.

» En présence des dangers d'intoxication saturnine dont des enquêtes récentes ont montré la gravité, j'ai pensé qu'il y avait lieu de faire une étude méthodique de la question. A cet effet, j'ai suivi la marche suivante : j'ai fait préparer par un ouvrier expérimenté les divers produits employés dans la peinture à l'huile, *couleurs* et *enduits,* à base de céruse et à base d'oxyde de zinc, puis, prenant les premiers comme types, j'ai recherché au laboratoire les causes qui rendaient inférieurs les produits à base de zinc. Ces causes une fois déterminées, j'ai établi des formules qui, reprises par l'ouvrier, lui ont donné des résultats identiques aux produits à base de céruse.

» Cette étude m'a conduit aux règles suivantes :

» Pour les *couleurs à l'huile* : 1° Pour des poids égaux de matières solides, les quantités de l'huile *totale* (huile contenue dans le produit broyé + huile ajoutée) doivent être dans le rapport inverse des densités des matières solides employées, considérées à l'état sec.

» 2° L'emploi d'une dose modérée de siccatif, soit 1 pour 100 de l'huile *totale,* fera sécher la couleur dans les limites de temps imposées par la pratique. Ce résultat sera obtenu avec certitude, sans que la peinture subisse aucun jaunissement, en employant un siccatif tel que le résinate de manganèse, complètement soluble à froid dans l'huile et d'une énergie remarquable.

» 3° Avec les quantités de matières solides et d'huile indiquées, le pouvoir couvrant d'une couleur à base d'oxyde de zinc sera le même que celui d'une couleur à base de céruse; l'expérience et le calcul montrent, en effet, que les poids des matières solides déposées seront en raison inverse des densités de ces matières solides prises à l'état sec; elles occuperont donc un même volume sur une surface donnée.

» J'ai également étudié les *enduits* formés d'huile, de blanc de Meudon, de céruse ou d'oxyde de zinc, et additionnés, suivant les cas, d'essence de térébenthine. Ces enduits sont destinés à donner un fond homogène et uni et, surtout, à rendre la surface du plâtre ou du bois imperméable, afin que la couleur à l'huile, lors de son application, ne subisse aucune modification de composition résultant de l'absorption d'une partie de l'huile.

» Les enduits sont peut-être la cause principale des intoxications saturnines, soit que la nécessité du travail les maintienne en contact prolongé avec la peau, soit que, par le ponçage à sec, ils se dégagent à l'état de fines poussières.

» En comparant, comme pour les couleurs, les enduits à base d'oxyde de zinc aux enduits à base de céruse préparés par un ouvrier suivant ses errements habituels, et pris comme types, j'ai déduit les règles suivantes :

» 1° Pour les *enduits gras*, le rapport du poids de l'huile au poids de l'ensemble des matières solides, chacune de celles-ci étant convertie comme poids en blanc de Meudon, d'après le volume qu'elle occupe, est représenté par une constante.

» 2° La bonne tenue d'un enduit résultera surtout de l'état de porosité des substances solides qui entrent dans sa composition.

» 3° La céruse ou le blanc de zinc n'ont d'autre rôle que de servir d'excipient pour l'huile que le blanc de Meudon ne peut complètement retenir par suite de sa porosité insuffisante.

» L'expérience montre, en effet, qu'à la limite le carbonate de chaux précipité, qui est d'une finesse et d'une porosité extrêmes, donne, sans addition de céruse ou d'oxyde de zinc, des enduits identiques, comme tenue et application, aux enduits à base de céruse.

» 4° L'oxyde de zinc pourra, sans inconvénient, être substitué à la céruse dans un enduit gras, pourvu qu'il y entre à une teneur suffisante, dont il est facile de déterminer le minimum.

» 5° Les *enduits maigres* et les *enduits pour moulures*, ces derniers devant être appliqués à la brosse, peuvent être regardés comme dérivant d'un enduit gras, rendu plus fluide par addition d'une quantité déterminée d'huile et d'essence de térébenthine.

» Les objections de prix de revient et de durée moindre ne semblent pas fondées; pour la durée, en particulier, elle devient sans doute identique, même pour les travaux extérieurs, grâce à la teneur plus forte en huile, qui donnera un produit plus élastique et, par suite, moins sensible aux variations de température.

» Du reste, un Mémoire relatant toutes les expériences que j'ai exécutées en collaboration avec un de mes amis, praticien distingué, M. L. Potain, et qui paraîtra prochainement dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, donnera les compositions et les prix de revient de tous les produits à base d'oxyde de zinc que nous avons obtenus et qui ont été reconnus comme donnant entière satisfaction au point de vue de la pratique, tout en présentant le double avantage d'être inoffensifs et moins altérables. »

ZOOLOGIE. — *Le cycle évolutif des Orthonectides*. Note de MM. **Maurice Caullery** et **Félix Mesnil**, présentée par M. Alfred Giard.

« Nous avons, il y a deux ans, dans une Note préliminaire (*Comptes rendus*, 13 février 1899), fait connaître trois espèces nouvelles d'Orthonectides : deux d'entre elles (*Rhopalura Metchnikovi* et *Rh. Julini*) sont dioïques, avec dimorphisme sexuel; la troisième diffère notablement des précédentes par la forme très allongée du corps et aussi par son hermaphrodisme. Nous avons créé pour elle un genre nouveau, *Stœcharthrum*.

» Durant les étés de 1899 et 1900 nous avons recueilli de nouveaux matériaux. Nous avons revu de nombreux exemplaires de nos espèces nouvelles et nous avons étudié, tant à Wimereux qu'au cap de la Hague, le *Rhopalura* de l'*Amphiura squamata*. Enfin, nous avons découvert un autre hôte pour les Orthonectides. C'est un Némertien du sable (voisin de *Tetrastemma flavidum*) qui vit côte à côte avec *Spio Martinensis*. Comme elle, et dans la même zone, il est parasité par *Rh. Metchnikovi*; mais, en plus, il renferme d'autres formes rappelant d'assez près (quoique ayant des caractères nettement distincts) les formes femelles de *Rh. Metchnikovi*, mais *hermaphrodites :* la masse ovulaire (le nombre des ovules dépasse vingt, alors que ce chiffre n'est jamais atteint chez *Rh. Metchnikovi*) porte *latéralement*, vers le milieu de sa longueur, une plage spermatique.

» Nous en tirons un argument nouveau en faveur de l'idée que nous avons déjà émise que, chez les Orthonectides, comme dans beaucoup d'autres groupes du règne animal, l'hermaphrodisme se greffe sur le sexe femelle.

» Nous insisterons sur tous ces faits de variété sexuelle dans un Mémoire détaillé. Nous voulons aujourd'hui appeler l'attention sur la manière de comprendre le cycle évolutif des Orthonectides. Dans une seconde Note de 1899 (*Comptes rendus*, 20 février), nous avons déjà exposé nos idées à cet égard. Mais elles reposaient surtout sur l'étude assez complète que nous avions faite des sacs plasmodiaux de *Stœcharthrum Giardi*, espèce aberrante dans le groupe; nous avons depuis cherché à étendre nos constatations aux autres formes que nous avons eues sous les yeux et en particulier à *Rh. ophiocomæ*. Le but de la présente Note est donc de tenter une généralisation de nos premiers résultats.

» Toutes les formes sexuées d'Orthonectides sont *toujours*, chez l'animal parasité, dans des masses plurinucléées (*sporocystes* de Giard, *Plasmodialschlaüche* de Metchnikoff), des *plasmodes* au sens précis du mot, capables de s'accroître, de se multiplier par fractionnement, de se mouvoir ([1]), en un mot doués d'une véritable autonomie. Ce sont ces plasmodes qui propagent l'infection dans l'animal parasité. Ce sont eux qui donnent naissance, par voie endogène, aux formes ciliées sexuées. A cet égard, l'analogie avec les sporocystes des Trématodes, indiquée par Giard, est parfaitement fondée.

» Une couche mince de protoplasme s'individualise autour d'un noyau; une *cellule-germe*, de très petite taille, est ainsi constituée. Tantôt (c'est le cas général), cette cellule, sans accroissement préalable, se divise pour donner un embryon. Tantôt (*Rh. ophiocomæ*), avant toute division, il y a une période de croissance; la cellule-germe rappelle alors, par sa taille, un ovule; mais elle en diffère, non seulement par son origine, mais encore par la présence constante d'un gros nucléole qui manque aux ovules *mûrs*.

» La segmentation des cellules-germes, égale ou subégale, conduit à une *morula solide* qui, par *délamination secondaire*, donne une *planula* dont la couche interne va constituer la masse génitale. Nos observations nous font penser que ce processus, bien figuré par Metchnikoff en ce qui regarde *Rh. Intoshi*, est général. Il existe en particulier pour le mâle de *Rh. ophiocomæ* (*cf.* Metchnikoff). Pour la femelle, nous sommes d'accord avec Giard et Metchnikoff pour reconnaître, comme stade de début, une *blastula* dont toutes les cellules, formant une couche unique, s'orientent vers le centre où, quelquefois, existe une petite cavité. Nous n'avons jamais observé d'épibolie.

» Les embryons de toutes les espèces, aux stades de segmentation, s'accroissent aux dépens du plasmode qui les renferme; en règle, chaque cellule d'un de ces stades est, à elle seule, aussi grosse que la cellule-germe du point de départ. Cet accroissement s'arrête sans doute quand l'embryon, bien avant d'être adulte, acquiert des cils; alors

---

([1]) Nous avons observé nettement le mouvement pseudopodique des plasmodes de *Rh. Metchnikovi*, chez *Tetrastemma*, confirmant ainsi les observations de Metchnikoff pour ceux de *Rh. ophiocomæ*.

les transformations consistent en un étirement du corps et une maturation des produits génitaux.

» Metchnikoff a trouvé que certains plasmodes de *Rh. Intoshi* renferment à la fois des mâles et des femelles; chez *Rh. Metchnikovi* et probablement aussi chez *Rh. Julini*, cet *hermaphrodisme* des plasmodes est la règle générale. On trouve aussi des plasmodes *hermaphrodites* chez *Rh. ophiocomæ*, comme Kœhler l'a signalé le premier, et comme nous l'avons vérifié à la fois par l'examen à l'état frais et *sur des coupes sériées;* mais ils sont très rares.

» Les formes sexuées ciliées ne dérivent donc pas directement des œufs des femelles mûres. L'évolution de ces œufs, en règle générale, ne doit pas se faire chez l'animal parasité. Il est vraisemblable que les formes sexuées mûres s'échappent dans le milieu extérieur et que c'est dans la mer qu'ont lieu la fécondation et le début de l'évolution de l'œuf fécondé. Puis, sous une forme encore inconnue, l'infection de nouveaux hôtes a lieu, et elle se manifeste d'abord par les plasmodes qui s'étendent peu à peu de proche en proche; au bout d'un certain temps, des embryons, puis des formes ciliées apparaissent à leur intérieur, dans la région centrale d'abord.

» *En résumé*, le cycle évolutif des Orthonectides comprend au moins deux termes bien distincts, ayant chacun leur individualité : les plasmodes, les formes ciliées sexuées; il y a, si l'on veut, *alternance de générations*.

» Les deux espèces dioïques que nous avons fait connaître et la *Rh. Intoshi* de Metchnikoff n'ont qu'une seule sorte de femelles; la *Rh. ophiocomæ* fait-elle exception à cette règle? Certainement, il existe un pléomorphisme des individus adultes ou paraissant tels; et l'on trouve des formes qui, évidemment, se rapportent aux femelles cylindrique et aplatie de Julin. Mais les différences entre ces deux sortes d'individus ne sont pas aussi tranchées que l'indique Julin; en particulier, le bourrelet ectodermique latéral du second anneau existe chez les uns comme chez les autres; il y a, en plus, des intermédiaires entre ces deux formes extrêmes.

» Mais, alors même qu'il y aurait dimorphisme des femelles, nous ne pensons pas que l'une soit pondeuse de mâles et l'autre de femelles. L'existence de plasmodes *hermaphrodites* et l'origine des cellules-germes s'opposent formellement, à notre sens, à l'acceptation de cette manière de voir.

» Et, par une intéressante coïncidence, la question du dimorphisme des formes femelles de Dicyémides paraît aussi devoir être tranchée par la négative à la suite des observations précises de Wheeler (*Zoolog. Anzeiger*, avril 1899), qui ont paru peu après nos premières Notes.

» Avec les plasmodes *hermaphrodites* des Orthonectides et la cellule axiale à hermaphrodisme successif des Dicyémides, le parallélisme entre les cycles évolutifs des deux groupes reste aussi étroit qu'il semblait l'être avec les conceptions anciennes. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un glucoside caractérisant la période germinative du Hêtre*. Note de M. P. TAILLEUR, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Lorsqu'on écrase l'axe hypocotylé d'un Hêtre en germination, on perçoit nettement l'odeur de l'essence de Wintergreen. Cette essence est constituée presque en totalité par de l'éther méthylsalicylique. On sait que, pour l'obtenir, on distille, en présence de l'eau, des tiges et des feuilles du *Gaultheria procumbens* et que sa production est due à l'action d'une diastase sur un glucoside.

» La présence d'un ferment soluble et d'un glucoside a été constatée chez diverses autres plantes : dans la racine des *Polygala vulgaris* et *calcarea*, des *Spiræa Ulmaria*, *S. Filipendula* et *S. salicifolia;* dans les pétales et les feuilles de quelques *Azalea*, dans l'écorce du *Betula lenta;* enfin, récemment dans le *Monotropa Hypopitys* (¹).

» Le fait que j'ai signalé plus haut chez le Hêtre, et qui n'avait pas encore été constaté, rend probable l'existence de semblables corps dans les plantules de cette espèce. L'origine de l'éther méthylsalicylique y serait la même que chez les plantes déjà citées.

» Pour rendre cette explication certaine, il est indispensable de mettre en évidence l'existence d'un glucoside et d'une diastase et de caractériser l'acide salicylique.

» Pour isoler le glucoside d'une part et le ferment soluble d'autre part, j'ai opéré de la façon suivante :

» J'ai fait deux lots des jeunes Hêtres recueillis. Pour le premier lot, je découpe, *sans les écraser*, les axes hypocotylés en petits fragments que je fais tomber dans de l'alcool très concentré, à 95° au moins, *bouillant*. Toute diastase susceptible de dédoubler un glucoside est détruite. L'ébullition est prolongée pendant une vingtaine de minutes, puis le tout est maintenu, pendant vingt-quatre heures, à une température d'environ 50° au bain-marie. L'alcool a pu ainsi bien pénétrer dans les tissus et dissoudre complètement le glucoside. On filtre et l'on fait évaporer le liquide doucement, à une température ne dépassant pas 60°. On obtient ainsi un glucoside brun

(¹) BOURQUELOT, 1° *Sur la présence de l'éther méthylsalicylique dans quelques plantes indigènes* (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1891); 2° *Sur la présence, dans le* Monotropa Hypopitys, *d'un glucoside de l'éther méthylsalicylique et sur le ferment soluble hydrolysant de ce glucoside* (*Id.*, 1896).

rougeâtre, sirupeux, qui ne possède aucune odeur rappelant l'essence de Wintergreen et qui contient le glucoside.

» Pour le second lot, je triture les axes hypocotylés dans de l'alcool à 95° *froid* et les y laisse macérer quelques heures. J'exprime le jus et je soumets le résidu à deux nouveaux traitements identiques. Tout le glucoside a été enlevé par l'alcool et la diastase reste dans la pulpe obtenue. Cette pulpe n'exhale aucune odeur caractéristique.

» Si, maintenant, je délaie dans quelques gouttes d'eau une petite quantité de l'extrait sirupeux obtenu avec mon premier lot de plantes, et que j'y ajoute une pincée du résidu fourni par le second lot, j'obtiens immédiatement l'odeur caractéristique de l'essence de Wintergreen, c'est-à-dire de l'éther méthylsalicylique.

» En outre, ce mélange contient du glucose, car il réduit très énergiquement la liqueur de Fehling.

» Il n'est donc pas douteux que l'on est en présence d'un glucoside qui a été dédoublé par une diatase. Ce glucoside est vraisemblablement le même que celui du *Gaultheria procumbens*.

» Il est facile de déceler l'existence de l'acide salicylique dans la plantule de Hêtre écrasée au contact de l'eau : on broie les axes hypocotylés avec quelques gouttes d'eau, et on laisse macérer deux ou trois heures, puis on ajoute une certaine quantité d'eau et l'on distille. Le produit obtenu émet très nettement l'odeur du salicylate de méthyle.

» Pour mettre, chimiquement, ce produit en évidence, on ajoute à la liqueur distillée quelques gouttes d'une lessive de soude qui produit la saponification de l'éther.

» Si l'on veut obtenir une saponification complète, il faut avoir soin de prolonger l'action pendant au moins vingt-quatre heures à une température d'environ 50°. On ajoute ensuite, goutte à goutte, de l'acide sulfurique pour neutraliser la soude et rendre la liqueur légèrement acide.

» L'acide salicylique étant ainsi mis en liberté, on traite alors quelques centimètres cubes de cette liqueur par le perchlorure de fer; on voit apparaître une belle coloration violette. Cette réaction est caractéristique de cet acide.

» D'autre part, la même liqueur, traitée par l'éther ordinaire, abandonne à cet éther tout l'acide salycilique. Par évaporation lente et spontanée de ce dissolvant, on obtient l'acide sous forme cristalline. En dissolvant dans de l'eau une trace de ces cristaux et faisant agir le perchlorure de fer, on reproduit la même coloration violette.

» Le glucoside du Hêtre *se forme au début de la germination*, car il n'existe pas dans la graine, et il ne tarde pas à disparaître, dès la première année, quand la plantule est arrivée à un certain développement. Il est *localisé dans l'axe hypocotylé* et aussi un peu dans le sommet de la racine. Il n'existe pas dans les cotylédons, pas plus que dans les tiges et les feuilles ordinaires.

» On peut donc dire que la présence de ce corps caractérise la période germinative du Hêtre.

» Or, on sait que pendant la germination les substances nutritives des cotylédons se rendent dans l'axe hypocotylé où elles sont transformées avant de servir au développement de la plante. On sait aussi que le rapport du volume d'acide carbonique émis au volume d'oxygène absorbé s'abaisse beaucoup pendant la germination, de sorte qu'il y a oxydation.

» Ces faits, dans le cas particulier du Hêtre, semblent en corrélation, d'une part avec la localisation du glucoside dans l'axe hypocotylé, d'autre part avec l'existence de ce corps, limitée à la période germinative.

» En résumé, *la plantule du Hêtre contient un glucoside et une diastase qui, sous l'action de l'eau, donnent naissance à de l'éther méthylsalicylique et à du glucose assimilé par la plante.*

» Cette réaction, localisée dans l'axe hypocotylé, ne se produit ni dans la graine, ni dans la plantule âgée.

» *La formation de l'éther méthylsalicylique est donc caractéristique de la période germinative du Hêtre.* »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la classification pétrographique des schistes de Casanna et des Alpes valaisannes.* Note de M. L. Duparc, présentée par M. Fouqué.

« Les études que je poursuis depuis plusieurs années sur les schistes de Casanna du Valais m'ont permis de distinguer un certain nombre de types qui se retrouvent fréquemment dans la formation, et dont je résumerai brièvement les caractères :

» 1. *Micaschistes et gneiss à mica blanc.* — Ces roches, très cristallines, fortement micacées, souvent miroitantes et satinées, sont généralement de couleur claire; dans les variétés gneissiques, elles sont souvent glandulaires. Elles sont formées par la réuuion d'une muscovite en lamelles plus ou moins larges, avec des grains de quartz. Souvent les lamelles de mica sont uniformément réparties parmi les grains quartzeux; d'autres fois, des lits quartzeux alternent avec d'autres micacés; d'autres fois encore, quand le mica domine, le quartz grenu se dispose volontiers en lentilles. Le développement d'orthose ou d'albite fait passer cette roche au gneiss, le feldspath paraît alors s'être développé après les autres éléments qu'il empâte, il forme des glandules qui enserrent les lamelles de mica.

» Le rutile, en fines aiguilles mâclées et terminées, est dispersé partout; la chlorite figure fréquemment comme élément accessoire, de même que le grenat incolore, l'épidote, la magnétite, et plus souvent le sphène et la hornblende. Ces roches, comme

d'ailleurs toutes celles de ladite formation, présentent toujours de très beaux plissottements microscopiques.

» 2. *Chlorito-schistes et gneiss chloriteux.* — Ce sont des roches vertes, très schisteuses, dont les éléments constitutifs sont généralement la chlorite, le quartz et le sphène. Leur structure est assez variée. En général, la chlorite en lamelles vertes, serrées, dessine une espèce de réseau qui emprisonne de petits grains de quartz, tandis que le sphène est distribué dans toute la masse. D'autres fois, lorsqu'il y a développement d'albite, les plages irrégulières et dentelées du feldspath sont encastrées dans une masse verte, formée exclusivement de chlorite avec développement de quelques gros cristaux d'épidote ; le sphène manque alors ou est fort rare.

» 3. *Schistes et gneiss chlorito-micacés.* — Ces roches, comme facies, rappellent beaucoup les micaschistes et y sont étroitement liées. La chlorite s'y développe en abondance, et devient un élément constitutif aussi important que la muscovite. Elles sont d'habitude largement cristallisées, et formées soit par des zones quartzeuses et chlorito-micacées qui alternent, soit par une masse schisteuse, formée par la répartition égale de ces divers minéraux.

» Quand l'orthose ou l'albite s'y développent, c'est toujours sous forme de cristal glandule, englobant à la fois la chlorite et la muscovite, et fréquemment surchargé de petits grenats incolores. Le rutile en fines aiguilles affecte dans ces roches la même disposition que dans les micaschistes.

» 4. *Schistes calcaréo-micacés et chloriteux.* — Ils se rattachent aux catégories qui précèdent, mais s'en distinguent par la présence de la calcite qui peut y devenir exceptionnellement abondante. Ils se composent d'une réunion schisteuse de grains de quartz, de calcite, de lamelles de muscovite et de chlorite, avec ou sans feldspaths. La calcite est disséminée régulièrement parmi les éléments, ou s'accumule sur certains points. L'épidote n'est point rare, le sphène est abondant dans les variétés chloriteuses.

» 5. *Schistes amphiboliques.* — Ces derniers paraissent jusqu'à présent plutôt rares dans la formation. Ils sont constitués par l'association de petits prismes de hornblende vert bleuâtre très polychroïque, avec des grains d'épidote et un peu de quartz. La hornblende est de beaucoup l'élément qui prédomine, le sphène n'est point rare, le feldspath (orthose ou albite) s'y rencontre aussi en petits grains.

» 6. *Schistes à glaucophane.* — Ces belles roches se rencontrent fréquemment dans le complexe si varié des schistes de Casanna, elles présentent des types pétrographiques assez différents. Le plus fréquent est une roche finement grenue ou mieux fibreuse, grisâtre ou légèrement violacée par places, qui sous le microscope est formée par l'association intime de glaucophane, d'épidote, de sphène, de muscovite et de calcite. La glaucophane est exceptionnellement abondante dans cette variété et forme au moins les 30 pour 100 de la roche.

» Des zones riches en glaucophane alternent avec d'autres chargées d'épidote mêlée à de la muscovite et de la chlorite; toute la masse schisteuse est zébrée de traînées continues de produits ferrugineux opaques. Le sphène est concentré en lentilles sur certains points.

» Un autre type moins fréquent montre la glaucophane associée à de la chlorite qui forme le canevas de la roche. Les cristaux de glaucophane sont alors disséminés dans

la masse chloriteuse, en compagnie de gros grains de sphène, de prismes d'épidote et de grandes plages d'albite empâtant les éléments précités.

» Un troisième type, enfin, montre la roche formée en majorité par de grands prismes d'épidote réunis par du quartz. La glaucophane, rare dans ce type, se présente en longs prismes enveloppés de chlorite et de muscovite.

» 7. *Schistes à chloritoïde.* — Ils paraissent assez rares et sont comme structure très analogues aux micaschistes. Ils sont formés par une masse schisteuse et froissée de grains de quartz, de lamelles de chlorite d'un vert foncé et de muscovite qui, comme structure, rappelle absolument les schistes chlorito-micacés. Le chloritoïde en cristaux mâclés, très polychroïques, d'un vert bleuâtre, est disséminé partout. Il n'est point très abondant.

» Les différents types que je viens d'indiquer peuvent être considérés comme principaux; ils sont accompagnés d'une foule de variétés ou de formes transitoires moins importantes et surtout moins fréquentes. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur l'électrolyse des tissus animaux.* Note de MM. **Bordier** et **Gilet**, présentée par M. d'Arsonval.

« Lorsqu'on a soumis un tissu vivant, par exemple une tumeur érectile, à l'électrolyse pendant un certain temps, on voit apparaître, si l'on renverse le courant, certains phénomènes qu'on ne rencontre pas, dans les mêmes conditions, avec les électrolytes ordinaires.

» Ce sont ces phénomènes que nous étudions, et nous nous sommes adressés tout d'abord à des tissus morts. Nous avons employé successivement les méthodes monopolaire et bipolaire, en nous servant d'aiguilles de différents métaux, les uns ne se laissant pas attaquer pendant l'électrolyse, les autres au contraire se laissant dissoudre.

» 1° *Aiguilles en platine.* — Dans une première série d'expériences on a utilisé un courant de 50 milliampères pendant cinq minutes, soit une quantité d'électricité de 15 coulombs.

» Au bout de ce temps, le courant était interrompu, la polarité des aiguilles était ensuite renversée, puis le courant était fermé de nouveau, sans toucher au rhéostat. Nous avons alors constaté, chaque fois, que l'intensité monte immédiatement à 51 ou 52 milliampères, pour descendre presque aussitôt et brusquement (en quatre à cinq secondes) à 1 ou 2 milliampères.

» En même temps, on note la disparition, au niveau des aiguilles, des bulles gazeuses qui s'y formaient pendant le passage du courant primitif; à la place, on remarque de nombreuses petites étincelles accompagnées de fumée ayant l'odeur de viande grillée. Si l'on veut ensuite retirer les aiguilles, on trouve qu'elles sont adhé-

rentes au tissu; une coupe faite dans un plan passant par la direction de chaque aiguille montre l'existence d'une ligne jaunâtre entourée d'une zone d'action chimique, zone d'aspect variable suivant le pôle correspondant à l'aiguille, blanchâtre au pôle positif, brunâtre et d'aspect colloïde au pôle négatif.

» En mesurant la force électromotrice de polarisation créée par le passage du courant primitif, nous l'avons trouvée égale à 0,0294 volt.

» 2° *Aiguilles en métaux attaquables* (cuivre, fer, zinc). — Les résultats obtenus diffèrent des précédents : quand le courant a été renversé, on voit toujours disparaître le liquide qui s'était formé pendant le passage du courant primitif autour de l'aiguille positive.

» Dans certains cas, où l'intensité primitive était de 35 milliampères, on a constaté, après le renversement, une intensité de 36 milliampères qui descendait à 11 milliampères, puis remontait à 36 milliampères au bout de quelques minutes : dans ces cas-là, le liquide formé autour de l'aiguille positive ne disparaissait pas complètement.

» Nous avons alors repris nos expériences avec des aiguilles de platine et nous avons placé, après le renversement du courant, une goutte d'eau autour de l'aiguille positive; aussitôt l'intensité remontait, puis retombait à 2 milliampères. Mais si l'eau ajoutée est en plus grande quantité, le courant remonte à sa valeur primitive et s'y maintient à peu près.

» Cette expérience prouve que la condition nécessaire pour que le courant ne subisse pas une chute sensible après le renversement, c'est la présence constante, au niveau des aiguilles, d'un électrolyte en quantité suffisante pour imprégner les tissus. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la formation de l'urée par l'oxydation de l'albumine à l'aide du persulfate d'ammoniaque.* Note de M. **L. Hugounenq**, présentée par M. Arm. Gautier.

« En poursuivant les recherches dont j'ai déjà entretenu l'Académie sur l'oxydation par les persulfates alcalins de quelques principes immédiats de l'organisme, j'ai été amené à étudier l'action de ces sels sur l'albumine de l'œuf.

» A de l'albumine dissoute dans l'eau qu'on maintient ammoniacale pendant toute la durée de l'opération, on ajoute peu à peu du persulfate d'ammoniaque, la température du liquide ayant été portée à 90° environ. Dans une expérience on a fait réagir, sur 7^{gr} d'albumine, 200^{gr} de persulfate, ce qui correspond, pour une molécule d'albumine, aux 616 molécules d'oxygène nécessaires pour faire subir à l'albumine une combustion complète en CO^2, H^2O, Az, et SO^4H^2.

» Quand la réaction est terminée, on évapore et l'on ajoute au résidu un grand excès d'alcool. Ce dernier, séparé par filtration du sulfate d'ammoniaque puis distillé,

laisse un magma cristallin d'où l'on extrait l'urée par l'alcool éthéré. On purifie l'urée en la transformant en nitrate qu'on décompose par la méthode habituelle pour régénérer l'urée.

» L'urée ainsi obtenue a été caractérisée par ses propriétés physiques, son point de fusion 131°, ses réactifs ordinaires (hypobromite, azotate mercurique, acides nitrique et oxalique), et par un dosage d'azote.

» Pour 0gr,2091 de matière, on a obtenu 0gr,6744 de platine du chloroplatinate, soit, en centièmes :

	Trouvé.	Calculé pour CH^4Az^2O.
Az......................	46,51	46,66

» La quantité d'urée obtenue varie avec les conditions de l'expérience et principalement suivant les poids de persulfate employé. J'ai pu isoler jusqu'à 5 parties d'urée pour 100 d'albumine oxydée.

» La production d'urée par l'oxydation *in vitro* des matières protéiques fut annoncée pour la première fois par Béchamp, en 1856 [1]; ce savant se servait, comme source d'oxygène, du permanganate de potasse. Ses résultats, d'abord contestés par de nombreux auteurs, furent pleinement confirmés par Hofmeister qui, en 1896, mettait hors de doute la présence d'une certaine quantité d'urée dans les produits de la réaction du permanganate sur l'albumine. Je viens d'établir que les persulfates alcalins, eux aussi, détruisent les albumines en donnant de l'urée.

» La formation de l'urée par oxydation *in vitro* des matières protéiques est donc un fait définitivement acquis et, semble-t-il, d'ordre général. Bien qu'on ne puisse pas conclure des actions brutales de nos réactifs à la biochimie cellulaire, il est bien difficile de ne pas attribuer à l'oxydation une part dans la genèse intra-organique de l'urée. Sans doute, il est démontré aujourd'hui, depuis les travaux de M. Armand Gautier, que l'hydrolyse des matières protéiques est un facteur de l'uréopoïèse; mais la production si facile de l'urée par oxydation des albumines et, d'un autre côté, l'importance des procès oxydants dans l'économie autorisent à penser aussi qu'une fraction non négligeable de l'urée physiologique doit son origine à l'action de l'oxygène sur les albumines des aliments et des tissus. »

---

[1] *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XLVIII, p. 348; 1856.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Nouvelles observations sismologiques faites à Grenoble.* Note de M. **W. Kilian**, présentée par M. Michel Lévy.

« Les appareils sismographiques de la Faculté des Sciences de Grenoble (sismographe avertisseur Kilian-Paulin et sismographe Angot) ont enregistré, ces derniers temps, plusieurs secousses intéressantes à divers titres.

» La plus importante vient d'avoir lieu dans les conditions suivantes :

» Le 13 mai 1901, à $8^{h}21^{m}30^{s}$ du matin (heure de Paris), se produisit un des ébranlements les plus forts qui aient été enregistrés à Grenoble depuis une douzaine d'années. Cette secousse actionna non seulement l'appareil avertisseur Kilian-Paulin, mais aussi le sismographe Angot, dont les graphiques accusèrent une déviation brusque de $9^{mm},5$ pour le pendule oscillant de l'est à l'ouest, déviation de 5^{mm} pour le pendule se déplaçant du sud au nord. D'après le sismographe Kilian-Paulin, la direction de l'ébranlement était nettement S.O.-N.E. Il n'y a pas eu d'oscillation verticale.

» La secousse a été ressentie par un certain nombre d'habitants de Grenoble, notamment par M. Fournier, correspondant de l'Institut, professeur à la Faculté de Droit de l'Université, qui nous en a donné une attestation écrite. Les suspensions ont oscillé d'une façon très sensible dans les appartements. Mais c'est dans le département de la Drôme que ce séisme a été perçu avec le plus d'intensité. Le *Lyon républicain* et le *Nouvelliste de Lyon* du 14 mars rapportent que le tremblement de terre du 13 mars a été vivement ressenti à Valence, Aouste, Crest, Saillans, Montélimar. Des renseignements particuliers nous apprennent qu'il en a été de même à Vesc et à Dieulefit. Dans toutes ces localités, le phénomène a débuté entre $8^{h}20^{m}$ et $8^{h}25^{m}$ du matin. D'après les habitants, sept ou huit oscillations ont été perçues ; à Crest, les maisons ont vacillé, les meubles se sont déplacés, les *cloches de l'horloge municipale ont tinté;* à Saou, un rocher s'est effondré et a détruit six maisons ; à Saillans, un *bruit* sourd aurait été entendu et des tonneaux se sont mis à rouler sur le quai de la gare. A Valence on aurait constaté, au moment où s'est produit le phénomène, une brusque et notable élévation de température. D'après ce qui précède, l'épicentre de ce séisme était situé sur le bord de la chaîne des Alpes, dans les environs de Crest et du massif de la forêt de Saou ; les secousses se seraient propagées jusqu'à Grenoble en suivant la zone extérieure des Alpes (chaînes subalpines). Ce tremblement de terre rentre par conséquent dans la catégorie des *tremblements de terre tectoniques* (1).

---

(1) Les *séismes locaux* ont été depuis deux ans relativement fréquents dans les Alpes françaises.

C'est ainsi que, le 1er mars 1900, des secousses ont été ressenties dans les Basses-Alpes et ont donné lieu aux observations suivantes : Le jeudi 1er mars 1900, à Sisteron (Basses-Alpes), on a ressenti deux secousses séismiques.

D'après M. Tardieu, pharmacien, le phénomène a suivi la marche suivante :

« Direction apparente des mouvements de la première secousse : N.O.-S.E.

» Indépendamment de ce séisme, qui paraît avoir été localisé dans la région du Sud-Est ([1]), les appareils de notre Faculté ont enregistré cet hiver des *secousses lointaines* à propagation rapide dont l'importance et la signification paraissent plus générales. Je signalerai les suivantes :

» 1° Le 24 novembre 1900, à $8^h 20^m$ (heure de Paris) du matin, le sismographe avertisseur signalait une secousse de direction N.-S.

» D'après une communication de la station sismologique de Strasbourg, ce même ébranlement a été enregistré à Hambourg, à Laibach et dans plusieurs stations d'Italie; en réduisant les indications horaires à l'heure de l'Europe centrale, la station de Strasbourg a dressé le Tableau suivant pour le début du phénomène :

» Grenoble, $9^h 10^m$ ($= 8^h 20^m$, heure de Paris); Laibach, $9^h 10^m$ environ; Pola, $9^h 8^m 3^s$; Casamicciola, $9^h 8^m 18^s$; Batavia, $9^h 15^m 8^s$.

» 2° Le 25 décembre 1900, à $5^h 28^m 30^s$ (heure de Paris) du matin, le sismographe avertisseur Kilian-Paulin accusait une secousse dirigée N.E.-S.O.

» D'après la station sismologique de Strasbourg, ce même ébranlement a été enre-

---

($5^h 37^m$ du matin, heure de Paris). Quant à la deuxième secousse, deux à trois minutes plus tard, le mouvement paraissait venir de bas en haut, de l'intérieur de la terre à la surface de la croûte terrestre. Il ne m'a pas paru, dit M. Tardieu, qu'il y eût d'oscillations horizontales. Durée de la première secousse : environ cinq secondes. »

A Digne (Basses-Alpes), M. Zürcher, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, indique, le même jour, une première secousse à $5^h 50^m$ du matin (heure de Paris), et une deuxième, plus faible, trois ou quatre minutes après.

« Tout le monde, dit-il, a ressenti le mouvement à Digne, mais il n'y a pas eu de dégâts; chez moi, les sonnettes n'ont pas retenti et quelques fissures de plafonds n'ont pas joué; une tuile a laissé tomber quelques éclats.

» Les secousses ont été très nettement accompagnées d'un bruit analogue à celui d'une rafale de tempête. Autant que j'ai pu m'en rendre compte, l'ondulation était à peu près dirigée suivant le méridien. »

Ces phénomènes ont été purement locaux, car le séismographe de la Faculté des Sciences de Grenoble n'a enregistré, ce jour-là, aucune secousse.

Il s'agit là encore d'un *tremblement de terre tectonique* qui est demeuré localisé très nettement au voisinage des *lignes de contact anormal* qui limitent les *écailles* de refoulement décrites par MM. Haug et Kilian entre Gap et Digne et qui, en dehors de cette région disloquée, a été à peine sensible.

Le 26 décembre 1900, les journaux ont signalé, à Chambéry, une forte secousse séismique accompagnée d'un *bruit sourd* qui n'a eu d'action ni sur le séismographe de Grenoble ni sur celui de Genève. Cette secousse, de direction N.E.-S.O., aurait eu lieu à $11^h 15^m$ du soir et aurait été observée par un grand nombre de personnes.

([1]) Il ne nous est pas encore parvenu de renseignements sur les observations qui ont pu être faites dans les stations étrangères relativement à la secousse du 13 mai.

gistré à Hohenheim, à Pola, à Laibach, à Casamicciola et dans toutes les stations italiennes, ainsi qu'à Batavia, aux heures suivantes (début du phénomène) :

» Grenoble, $6^h 19^m 9^s$ (heure de l'Europe centrale) [$= 5^h 28^m 30^s$ (heure de Paris)]; Hohenheim, $6^h 16^m 49^s$; Pola, $6^h 16^m 4^s$; Laibach, $6^h 17^m 11^s$; Casamicciola, $6^h 16^m 40^s$; Batavia, $6^h 15^m,0$.

» Il est facile, d'après ces données, de calculer la vitesse de propagation de ces ondes séismiques.

» A l'encontre des séismes locaux et tectoniques susmentionnés, ces dernières secousses n'ont été perçues par personne et n'ont été accompagnées d'aucun bruit.

» La station sismologique de Grenoble est *la seule en France* qui enregistre régulièrement, non seulement les ébranlements locaux, mais des secousses lointaines. Il serait à désirer qu'elle soit pourvue des ressources nécessaires à l'entretien et au développement de son outillage; la création d'autres stations analogues en France permettra seule, du reste, de tirer des indications qu'elle donne tout le parti possible, en fournissant le moyen de calculer exactement la vitesse de propagation des ébranlements de la croûte terrestre dans les différentes régions de notre territoire et en fournissant le moyen de distinguer d'une façon précise les *séismes locaux* à épicentre limité des *vibrations générales* affectant de grandes portions de l'écorce du globe. »

M. S. **Kantor**, en réponse à une Communication de M. *Enriques* du 4 février dernier, adresse une courte Note dans laquelle il rappelle qu'il a cité le Travail de M. Enriques dans un Mémoire paru au mois de janvier dans l'*American Journal*.

M. E. **Dumesnil** adresse une Note sur « un procédé de détermination de la densité des corps solides ».

M. A. **Netter** adresse une Note ayant pour titre : « Fonctionnement du cerveau dans l'évolution de la parole intérieure ».

M. **Frédéric Hesselgren** adresse un Mémoire sur la gamme musicale.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 mai 1901.

Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographique, par le Colonel A. Laussedat, Membre de l'Institut; t. II, Ire Partie : *Iconométrie et Métrophotographie*. Paris, Gauthier-Villars, 1901; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Coup d'œil rétrospectif sur la lunetterie, précédé de recherches sur l'origine du verre lenticulaire et sur les instruments servant à la vision, par Joseph Rouyer. 2e édition. Paris, chez l'Auteur, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Matériaux d'étude topologique pour l'Algérie et la Tunisie, 2e série. (*Cahiers du Service géographique de l'Armée*, n° 14.) Paris, impr. du Service géographique de l'Armée, 1901; 1 fasc. in-8°. (Présenté par le Général Bassot.)

Mémoires de la Société zoologique de France, année 1900, t. XIII. Paris, 1900; 1 vol. in-8°.

Société de Médecine légale de France. Bulletin; t. XVI, Ire Partie. Clermont (Oise), impr. Daix frères, 1899; 1 vol. in-8°.

Mémoires publiés par la Société nationale d'Agriculture de France, t. CXXXIX. Paris, Chamerot et Renouard, 1901; 1 vol. in-8°.

Société nationale d'Agriculture de France. Séance publique annuelle du 19 *décembre* 1900. Paris, Chamerot et Renouard, 1901; 1 fasc. in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1899-1900. Rouen, Cagniard; Paris, A. Picard, 1901; 1 vol. in-8°.

Journal du Pétrole et des industries qui s'y rattachent. Rédacteur en chef : Henry Neuburger. 1re année, n° 1, mai 1901. Paris; 1 fasc. in-4°.

The norvegian north polar expedition, 1893-1896. *Scientific results*, edited by Fridtjof Nansen; vol. II. Christiania, London, Leipzig, 1901; 1 vol. in-4°. (Présenté par S. A. le Prince de Monaco.)

The oyster reefs of North Carolina, a geological and economic study, by Caswell Grawe. (Extr. de *The Johns Hopkins University Circulars*, n° 151, avril 1901.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 MAI 1901.

Inauguration du Monument de François Quesnay et Vie de Quesnay, par F. LORIN. Versailles, impr. Aubert, 1900; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. J. Chatin. Hommage de l'Auteur.)

De l'Hyperthermie dans la fièvre, essai de Calorimétrie clinique, par le Dr E. BONNIOT. Paris, G. Carré et C. Naud, 1900; 1 fasc. in-8°. (Pour le Concours du prix Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Maladies des Femmes (avec 71 figures), par le Dr POLAILLON. Paris, Octave Doin, 1901; 1 vol. in-8°. (Pour le Concours du prix Montyon, Médecine et Chirurgie.) (Présenté par M. Lannelongue.)

Les Vins de 1900 *et la Règle alcool-acide*, par ROUAULT. Grenoble, impr. G. Dupont, s. d.; 1 fasc. in-12.

Bulletin trimestriel de la Société de l'Industrie minérale, publié sous la direction du Conseil d'Administration; 3e série, t. XV, 1re livraison, 1901. Congrès international des Mines et de la Métallurgie; travaux du Congrès. Saint-Étienne; 1 vol. in-8° et (atlas) 1 fasc. in-f°.

Les variations de longueur des glaciers dans les régions arctiques et boréales, par CHARLES RABOT, 2e partie; publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique de France. Genève et Bâle, Georg et Cie, 1900; 1 vol. in-8°. (Envoi de M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.)

Azimut e coordinate piane; applicazione alle triangolazioni, prof. G. DELITALA. Turin, 1897; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Hatt. Hommage de l'Auteur.)

Notes cliniques sur la fièvre quarte, par le Dr ÉMILE LEGRAIN. Gand, impr. E. Van der Haeghen, 1901; 1 fasc. in-8°.

Cinq Opuscules relatifs à la Météorologie; par V. ALBERTI. (Extraits de *Rend. della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli.*)

Neue Cassagebarung und Verrechnung im Transportdienste der Eisenbahnen, ein Vorschlag von JOHANN SCHOLLE. Chrudim, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Sveriges offentliga bibliotek : Stokholm, Upsala, Lund, Göteborg. Accessions-katalog, 14, 1899; utgifven af kongl. biblioteket genom EMIL HAVERMANN. Stockholm, 1901; 1 vol. in-8°.

Bergens Museum. Meeresfauna von Bergen, redigeret von Dr A. APPELLÖF; Heft I. Bergen, John Grieg, 1901; 1 fasc. in-8°.

Eighteenth annual Report of the Board of Trustees of the public Museum of the city of Milwaukee, september 1st, 1899, *to august* 31st, 1900. Milwaukee, 1900; 1 fasc. in-8°.

Veröffentlichung des königl. preussischen geodätischen Institutes, neue Folge, n° 5. *Astronomisch-geodätische Arbeiten I. Ordnung : Bestimmung der Lägendifferenz Potsdam-Bukarest, im Jahre* 1900. Berlin, P. Stankiewicz, 1901; 1 fasc. in-4°.

Rapport sur l'activité du Bureau central de l'Association géodésique internationale en 1900, *avec le programme des travaux pour l'exercice* 1901. Leide, impr. E.-J. Brill, 1901; 1 fasc. in-4°.

Monthly weather Review; vol. XXIX, n° 1; prof. CLEVELAND ABBE, editor, january, 1901; prepared under the direction of WILLIS-L. MOORE, Chief U.-S. Weather Bureau. Washington, 1901; 1 fasc. in-4°.

Memorias de la Real Academia de Ciencias exactas, fisica y naturales de Madrid; t. XIX, fasciculo 1. *Obras malacólogicas* de J.-G. HIDALGO, parte III : *Descripción de los moluscos recogidos por la Comisión científica enviada por el Gobierno Español á la America meridional.* Madrid, 1893-1900; 1 vol. in-4°.

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo; t° XV, fasc° 1 e 2, anno 1901. Palerme; 1 fasc. in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura dei prof. P. TACCHINI ed A. RICCÓ; Vol. XXX, dispensa 1a e 2a. Catane, 1901; 2 fasc. in-4°.

Archives italiennes de Biologie, revues, résumés, reproductions des travaux scientifiques italiens, sous la direction de A. MOSSO; t. XXXV, fasc. 1. Turin, Hermann Loescher, 1901; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles, 4e série, Vol. XXXVI, n° 138, et Vol. XXXVII, n° 139. Lausanne, F. Rouge, 1900-1901; 2 vol. in-8°.

Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, redigirt v. A. HANDLIRSCH; Bd II, Heft 1, Jahrgang 1901. Vienne, 1901; 1 fasc. in-8°.

Die Erdbebenwarte, Monatsschrift, herausgegeb. v. ALBIN BEARL; zweite Auflage, Jahrgang I, Nr. 1, April 1901. Laibach, im Selbstverlage des Herausgebers; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 13 mai 1901.)

Note de M. *H. Pellat,* Sur une expérience d'oscillation électrique :

Page 1179, ligne 14, *au lieu de* $\left(l - \frac{L'}{L} \cdots\right)$, *lisez* $\left(1 - \frac{L'}{L} \cdots\right)$.

Note de M. *René Paillot,* Perméabilité des aciers au nickel dans des champs intenses :

Page 1181, ligne 33, colonne H, *au lieu de* 3220, *lisez* 3240.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, **deux volumes in-4°**. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr.

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Marche.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

chez Messieurs :

Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Co. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix........................ **15 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix................ **15 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix................ **15 fr.**
Tomes 92 à 121. — (1er janvier 1881 à 31 décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix.......... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856........................ **15 fr.**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15 fr.**

À la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 20.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 20 mai 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1901

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 21 (28 Mai 1901).

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 28 MAI 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection faite par l'Académie de M. *Laveran*, pour remplir la place laissée vacante dans la Section de Médecine et Chirurgie par le décès de M. *Potain*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Laveran** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXXX des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* est en distribution au Secrétariat.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente :

Les « Annales Célestes du dix-septième siècle » de *A.-G. Pingré*, Ouvrage publié sous les auspices de l'Académie des Sciences par M. *G. Bigourdan* ;

Le Tome XII de la Ire Série des « OEuvres complètes d'*Augustin Cauchy* », publiées sous la direction scientifique de l'Académie des Sciences et sous les auspices de M. le Ministre de l'Instruction publique. Le Tome XII renferme une Table générale de la Ire Série.

ASTRONOMIE. — *Sur la parallaxe du Soleil;* par M. **Bouquet de la Grye.** (Extrait.)

« Nous avons donné, le 11 décembre 1899, la valeur (8″,80) de la parallaxe du Soleil, obtenue au moyen des heures des contacts du disque de Vénus avec celui du Soleil, enregistrés par les missions françaises de 1882.

» L'approximation de ce chiffre a été de un centième de seconde d'arc, résultat que l'on considérait comme désirable.

» Indépendamment de ces observations directes faites dans onze stations, cinq d'entre elles ont obtenu un grand nombre d'épreuves photographiques prises pendant la durée du phénomène, et l'on comptait utiliser les données qui en pouvaient être tirées pour avoir un nouveau chiffre offrant cet avantage de pouvoir être soumis ultérieurement à un contrôle permanent.

» Au moment où commencèrent les mesures des plaques, on doutait de l'exactitude de la méthode des contacts, les missions étrangères de 1882, ainsi que celles de 1874, avaient donné des chiffres non concordants, et l'emploi de la photographie paraissait être le seul moyen d'avoir avec exactitude cette valeur de π, base de notre système planétaire.

» J'ai donc dû apporter la plus grande précision dans les mesures des plaques et, comme je l'ai indiqué antérieurement ([1]), le contour du Soleil a été déterminé au moyen de 64 visées (faites à l'aide d'une machine de Brunner donnant le micron) et celui de Vénus au moyen de 24 pointés.

» Ces chiffres, corrigés de la déformation de l'appareil optique (qui grandissait l'image du Soleil de manière à lui donner un diamètre de 120^{mm}), de la réfraction, des corrections des échelles, etc., ont servi à

([1]) *Comptes rendus*, 3 novembre 1884.

déterminer les équations des ellipses satisfaisant du mieux possible à tous ces pointés.

» On a obtenu, par suite, les coordonnées des centres des deux astres, d'où la possibilité d'avoir leur distance.

» La comparaison de ces distances mesurées et calculées dans les diverses stations devait fournir un nombre énorme de valeurs de la parallaxe et, par suite, une moyenne très approchée de sa valeur.

» Les calculs relatifs à la station du Mexique, qui a fourni le plus grand nombre de plaques utilement mesurables, étant terminés, nous avons pensé qu'il serait intéressant de se servir de ces seules mesures pour avoir, par la méthode de la parallaxe de hauteur, procédé qui, je crois, n'a pas encore été utilisé, une valeur de π.

» M. Arago, notre collaborateur à Puebla, avait eu 340 épreuves photographiques sur lesquelles 278 ont été considérées comme satisfaisantes.

» Chaque plaque a été l'objet de deux études faites par des observateurs différents, et chaque mesure a été calculée deux fois, de sorte que la vérification a été aussi complète que possible.

» Dans le Mémoire dont ceci est un résumé, j'indique les précautions prises pour l'obtention des plaques, les durées des poses en millièmes de seconde, la détermination exacte de l'heure, etc.

» Puis viennent des Tableaux pouvant servir à corriger les pointés de la réfraction.

» Le détail d'une mesure faite sur une plaque est ensuite donné, ainsi que le procédé suivi pour avoir l'équation de l'ellipse la plus probable.

» Il faut ensuite faire entrer le résultat final, c'est-à-dire la distance mesurée D_0 entre les centres des deux astres, dans l'équation

$$S\,d\pi + \sin\delta\,d\beta + \cos\delta\,d\alpha - d\rho \pm d\rho' - \frac{dD}{dt}dL = D_0 - D_c,$$

dans laquelle $S = A\cos A\cos L + B\sin A\sin L + C\sin A$, ainsi qu'il a été indiqué par M. Puiseux dans les *Connaissances des Temps* de 1875 et de 1876. Des Tableaux ont été calculés, d'ailleurs, de minute en minute pendant toute la durée du phénomène, donnant les valeurs de S, de $\sin\delta$, $\cos\delta$, $\frac{dD}{dt}$ et de D_c, de manière à pouvoir, par une simple interpolation, obtenir pour l'heure exacte de l'obtention de la plaque les valeurs correspondantes à D_0.

» On a pu ainsi former pour la station de Puebla 278 équations qui, ré-

solues par la méthode de substitution de Cauchy, ont fourni pour la valeur de $d\pi$ le chiffre de $-0'',074$.

» Comme on était parti pour tous les calculs d'une valeur de la parallaxe égale à 8",86, celle ainsi déterminée à nouveau serait 8",79.

» Ce résultat serait tout à fait remarquable si l'approximation était de un centième de seconde d'arc, comme nous l'avons obtenue par la méthode des contacts, mais elle n'est ici que de 0",045.

» Ce résultat ne peut donc rien ajouter à la valeur du premier, mais il fait préjuger de l'approximation que l'on obtiendra en utilisant des plaques prises au nord et au sud de l'équateur.

» Nous croyons intéressant de donner ici les valeurs moyennes des mesures faites sur le Soleil et sur Vénus pour la station de Puebla.

» Nous n'y avons pas compris les dimensions de Vénus lorsque la planète était engagée dans le disque du Soleil :

Observateurs.	Nombre de plaques.	Soleil (1).			Nombre de plaques.	Vénus (1).		
		a.	$a-b$.	φ.		a.	$a-b$.	φ.
		mm	μ	°		mm	μ	°
MM. Arago	51	60,091	70	66,6	48	1,961	39	72,5
B. de la Grye	52	60,112	79	72,0	51	2,002	36	68,5
Bernard	112	60,059	93	72,6	104	2,005	51	69,6
Carbonnell	126	59,953	82	68,2	101	2,966	43	73,4
Mme Cheval	23	60,034	91	70,5	26	1,979	55	65,9
Mlles Boudet	101	59,934	107	73,6	76	2,058	43	44,4
Mineau	42	59,999	86	72,3	31	2,061	52	50,1
Masson	32	60,002	76	74,9	20	2,011	50	72,4
	539	60,023	85	71,3	457	2,018	46	64,6

» Les différences entre les moyennes partielles résultent de l'acuité de la vue de l'observateur et de ce qu'il est conduit à prendre comme limite du bord estompé du Soleil et de Vénus.

» En ajoutant les valeurs moyennes des grands axes a et a', on obtient $66^{mm},041$ avec une erreur probable de 8 microns.

» Si l'on voulait déduire des chiffres ci-dessus l'aplatissement des deux astres, on trouverait des résultats supérieurs à ce que donne la théorie pour le Soleil et la réalité pour les deux astres.

» En ce qui concerne le Soleil, le 8 décembre 1882, il était en pleine

(1) a est le grand axe de l'ellipse, b le petit axe, φ l'angle de la ligne des pôles avec l'équateur terrestre.

activité, des projections équatoriales étaient manifestées par de grandes taches; son diamètre en était influencé.

» Pour Vénus, nous avons dit antérieurement (¹) qu'en prenant les 42 meilleures plaques de la série de Puebla, l'aplatissement moyen était de $\frac{1}{303}$, chiffre qni rapprochait Vénus de la forme de la Terre.

» Nous reviendrons, du reste, sur ce sujet lorsque nous parlerons de la forme de cette planète et de sa rotation.

» Les valeurs que nous avons données ci-dessus sont exprimées en millimètres et fractions; pour passer de là à des secondes d'arc, il faut multiplier chaque millimètre par 16″, 25, ce qui donne

	a.	a — b.
Soleil......................	975,65	1″,38
Vénus......................	32,80	0″,74

d'où

$$\rho \text{ moyen} = 974'',96, \qquad \rho' \text{ moyen} = 32'',43.$$

» Le rayon du Soleil 974″, 96 diffère bien peu de celui qui est donné par les Tables de M. Le Verrier et de 975″, 05 que nous avons adopté pour la construction des Tables du passage.

» Quant au rayon de Vénus 32″, 43, il est bien pius grand que celui (31″, 49) que nous avons adopté pour la construction des Tables faites pour l'observation directe des contacts.

» Sur les plaques on a peut-être été amené à pointer sur la limite extérieure de la pénombre, mais nous ne pouvons employer un autre chiffre pour avoir les contacts tangibles qui résultent des mesures photographiques.

» En interpolant ou extrapolant, selon les cas, pour avoir les valeurs des contacts internes ou extérieurs de Vénus avec le bord du Soleil, nous avons les chiffres suivants, que je mets en parallèle avec ceux obtenus par M. Héraud et par moi à la station de Puebla :

Contacts.	Plaques.	B. de la Grye.	Diff.	Héraud.	Diff.	Heures calculées.	Diff.
I....	2.12.26,3	2.12.30,0	+ 3,7			2.12.23,6	— 2,7
II...	2.33. 4,3	2.32.53,0	—11,3	2.32.49,1	—15,2	2.33. 0,7	— 3,6
III..	7.59.13,8	7.59.13,2	— 0,6	7.59.12,6	— 1,2	7.59.17,3	+ 3,5
IV..	8.19.48,7	8.19.46,2	— 2,5	8.19.36,7	—12,0	8.19.35,0	—13,7

» Les différences restent dans les limites des erreurs d'observation et

(¹) *Comptes rendus*, 9 juin 1884.

les heures des plaques, sauf pour le dernier contact, sont suffisamment approchées de celles calculées.

» Ces éléments serviront ultérieurement pour avoir la valeur de π au moyen des contacts photographiés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation de divers carbures aromatiques.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« I. *Benzène et homologues.* — Ainsi que nous l'avons fait connaître récemment ([1]), le nickel réduit permet très facilement à température peu élevée de fixer directement l'hydrogène sur un grand nombre de substances organiques, et nous en avons déduit une *méthode générale de préparation du cyclohexane et des carbures homologues.* En étudiant de près les conditions de cette préparation, nous avons reconnu que, au-dessous de 250°, l'hydrogénation a lieu sans aucune complication pour le benzène et pour tous ses dérivés méthylés que nous avons essayés, toluène, xylènes ortho, méta et para, mésitylène, pseudocumène : on obtient comme produit unique le cyclohexane correspondant, d'une grande pureté, pouvant seulement contenir un peu du carbure primitif très facile à éliminer.

» Mais si l'on part des substitués de la benzine à branche longue, éthyle, propyle, méthoéthyle, on observe toujours qu'à côté du produit principal qui est le carbure cyclohexanique correspondant, il y a toujours formation d'une dose plus ou moins importante des carbures qui résultent de l'émiettement de la chaîne longue. Ainsi, l'éthylbenzène fournit, à côté de l'éthylcyclohexane, une petite proportion de méthylcyclohexane, avec formation corrélative de méthane. Le propylbenzène donne de même un peu de méthyl- et d'éthylcyclohexane. La perturbation est plus sensible quand la branche possède un chaînon secondaire, par exemple quand c'est un méthoéthyle : avec le paracymène, le paraméthylméthoéthylcyclohexane (bouillant à 169°-170°) ne forme que les trois quarts du produit : le reste contient à peu près parties égales de paradiméthylcyclohexane (qui bout à 120°), et de paraméthyléthylcyclohexane (bouillant à 150°).

» La facilité d'obtenir très purs ces divers carbures, jusqu'à présent fort difficiles à préparer directement ou à isoler exactement des pétroles du Caucase, nous a permis de déterminer exactement leurs caractères physiques.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 210 et 566; 1901.

» Le cyclohexane C^6H^{12} est un liquide dont l'odeur rappelle celles du chloroforme et de l'essence de roses; refroidi dans la glace, il se solidifie aisément en cristaux mous, qui fondent à 6°,5 (Sydney Young avait indiqué 4°,5). Il bout à 81°,0 sous la pression de 755mm (thermomètre dans la vapeur). Sa densité à 18°,7 est 0,7808.

» Nous donnons ci-dessous les points d'ébullition corrigés et les densités à 0° (par rapport à l'eau à 4°) des carbures homologues du cyclohexane :

	Point d'ébullition (corr.).	d_4^0.
Méthylcyclohexane	100°,1	0,7859
Orthodiméthylcyclohexane	126	0,8008
Métadiméthylcyclohexane	121	0,7874
Paradiméthylcyclohexane	120	0,7866
Éthylcyclohexane	130	0,8025
Triméthylcyclohexane 1.3.5	137°-139°	0,7884
Triméthylcyclohexane 1.3.4	143°-144°	0,8052
Paraméthyléthylcyclohexane	150°	0,8041
Propylcyclohexane	153°-154°	0,8091
Paraméthylméthoéthylcyclohexane	169°-170°	0,8132

» L'odeur du méthylcyclohexane diffère peu de celle du cyclohexane. Celle de l'orthodiméthyl est un peu camphrée. Les dérivés para (diméthyl, méthyléthyl, méthylméthoéthyl) ont tous une odeur analogue qui rappelle celle du fenouil. Celle des dérivés méta (diméthyl, triméthyl 1.3.5, et même triméthyl 1.3.4) est la moins agréable de toutes et rappelle le moisi.

» En comparant les densités ci-dessus avec celles des carbures benzéniques qui leur correspondent, on trouve qu'elles sont toujours moindres : la différence, qui est maxima pour le cyclohexane où elle est voisine de 0,100, est d'autant plus faible que la molécule est plus complexe et surtout que les branches forméniques sont plus longues.

» II. *Styrolène*. — M. Berthelot a établi depuis longtemps que le styrolène ou cinnamène doit être considéré comme du phényléthylène $C^6H^5.CH = CH^2$. Le nickel réduit réalisant avec facilité l'hydrogénation soit de l'éthylène, soit du noyau aromatique, on pouvait prévoir qu'il produirait l'hydrogénation totale du styrolène : nous avons vérifié qu'il en est ainsi vers 160°. On obtient transformation totale en éthylcyclohexane bouillant à 130°, dont le dédoublement partiel donne lieu, ainsi qu'il a été dit plus haut, à une petite quantité de méthylcyclohexane (qui bout à 100°).

» Au contraire, nous avons trouvé antérieurement que le cuivre réduit permet de fixer l'hydrogène sur l'éthylène au-dessus de 180° [1], mais qu'il est sans action appréciable sur les carbures aromatiques : on pouvait donc penser que, dans le styrolène en présence du cuivre à 180°, la branche éthylénique serait seule hydrogénée. C'est en effet ce qui a lieu : on obtient du premier coup transformation complète en éthylbenzène pur bouillant à 135°.

» Avec le cobalt réduit, dont l'activité est intermédiaire entre le nickel et le cuivre, l'hydrogénation conduit à un mélange d'éthylbenzène et d'éthylcyclohexane.

» III. *Terpènes.* — Comme l'a indiqué M. Berthelot dès 1869, les terpènes $C^{10}H^{16}$ peuvent être classés en deux groupes, les terpènes *quadrivalents*, qui comprennent le limonène, le sylvestrène, le terpinène, etc., et les terpènes *divalents*, tels que le térébenthène ou pinène, et le camphène. Les réactions d'hydrogénation réalisées par l'intermédiaire du nickel vers 180° nous ont fourni une vérification complète de cette distinction.

» Le *limonène* fixe très facilement H^4 en donnant l'hydrocymène (paraméthylméthoéthylcyclohexane) qui bout à 169°-170° : ce dernier, comme dans sa formation à partir du cymène, est accompagné d'une petite quantité des produits de dédoublement, paradiméthyl et paraméthyléthylcyclohexane.

» Le *sylvestrène* et le *terpinène* ont donné exactement le même produit d'hydrogénation que le limonène.

» Le *menthène* $C^{10}H^{18}$ traité dans les mêmes conditions fixe H^2 en donnant les mêmes produits.

» Au contraire, le *pinène* (térébenthène), en présence du nickel à 180°, fixe seulement H^2 et se change en un produit unique $C^{10}H^{18}$ inattaquable par le mélange nitrosulfurique; c'est un liquide d'odeur camphrée, qui bout à 166° (corr.); sa densité d_4^0 est 0,862. Il est identique au carbure obtenu autrefois par M. Berthelot par l'action de l'acide iodhydrique. Il se comporte, comme saturé, à la manière du chlorhydrate de pinène. Mais la présence de liaisons internes un peu fragiles s'y manifeste par une oxydation assez facile : il brunit peu à peu au contact de l'air et s'oxyde assez vite à froid au contact d'acide azotique.

» La vapeur de *camphène* (gauche) soumise à l'hydrogénation en présence du nickel se comporte comme le pinène; il y a fixation exclusive

(1) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1761; 1900.

de H^2 et formation d'un carbure $C^{10}H^{18}$, isomère du précédent, mais non identique, d'odeur plus agréable : il bout à 164°-165° (corr.); sa densité d_4^0 est 0,849. Il est inattaqué à froid par le mélange sulfonitrique; mais il s'oxyde lentement au contact d'acide nitrique et même à l'air, en brunissant peu à peu : c'est l'hydrure de camphène observé autrefois par M. Berthelot.

» IV. *Naphtalène et Acénaphtène.* — L'hydrogénation du naphtalène $C^{10}H^8$ est réalisée directement par le nickel à 200° et fournit comme unique produit un tétrahydrure $C^{10}H^{12}$. C'est un liquide d'odeur naphtalénique qui bout à 205° (corr.); sa densité d_4^0 est 0,9825. Il est identique à l'un des hydrures de naphtaline obtenus par M. Berthelot au moyen de l'acide iodhydrique et retrouvés dans le goudron de houille. Il est très facile à oxyder, et violemment attaqué par le mélange nitrosulfurique. Dirigé avec de l'hydrogène sur le nickel vers 200°, il ne se modifie pas.

» L'acénaphtène $C^{12}H^{10}$, que l'on doit rattacher au naphtalène selon la formule $C^{10}H^6\begin{matrix}\diagup CH^2 \\ | \\ \diagdown CH^2\end{matrix}$, se comporte de la même façon : ses vapeurs entraînées par l'hydrogène sur le nickel réduit, s'y changent en tétrahydrure liquide $C^{12}H^{14}$ bouillant à 254° (corr.) et sans doute identique à celui que Bamberger et Lodter avaient obtenu par l'acide iodhydrique. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Marès*, Correspondant de la Section d'Économie rurale, décédé à Montpellier le 9 mai 1901.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Compte rendu sommaire du IVe Congrès international de Chimie appliquée, par MM. *Henri Moissan* et *François Dupont*.

2° Un Volume intitulé : « Réunion du Comité international permanent pour l'exécution de la Carte photographique du Ciel, tenue à l'Observatoire de Paris en 1900 ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* A(1901), *faites à l'observatoire d'Alger (équatorial coudé de* $0^m,318$ *d'ouverture)*, par MM. **Rambaud** et **Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1901.	Étoiles de compar.	Grandeur.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
			m s			
Mai 17.........	*a*	8,5	+1.11,50	+ 5.34,5	3:2	S
18.........	*b*	8,7	−0.48,80	− 6.59,5	7:4	S
18.........	*b*	8,7	−0.47,85	− 6.58,7	9:6	R
18.........	*c*	8,1	−1.58,74	− 5.40,7	3:2	S
19.........	*d*	6,2	−1.42,78	−23.51,9	6:4	R
20.........	*d*	6,2	+2.45,10	− 5.59,6	9:6	S
20.........	*d*	6,2	+2.45,48	− 6. 5,8	9:6	R

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1901.	Étoiles.	Asc. droite moyenne 1901,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1901,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
Mai 17..	*a*	5.46.31,29	+0,82	+ 4.19.55,1	− 8,8	Albany n° 1928.
18..	*b*	5.53.45,09	+0,85	+ 4.51. 0,8	− 9,0	Albany n° 1961.
18..	*c*	5.54.58,92	+0,85	+ 4.49.29,9	− 9,0	Albany n° 1976.
19..	*d*	5.59.41,50	+0,87	+ 5.25.31,1	− 9,1	AG. Leipzig n° 2607.
20..	*d*	»	+0,86	»	− 9,1	»

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1901.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Mai 17.....	7.59.52	5.47.43,61	$\bar{1}$,676	+ 4.25.20,8	0,719
18.....	8. 2.25	5.52.57,14	$\bar{1}$,676	+ 4.43.52,3	0,719
18.....	8. 6.33	5.52.58,09	$\bar{1}$,676	+ 4.43.53,1	0,720
18.....	8.13.57	5.53. 1,03	$\bar{1}$,676	+ 4.43.40,2	0,721
19.....	8.12.30	5.57.59,59	$\bar{1}$,677	+ 5. 1.30,1	0,721
20.....	8. 8. 0	6. 2.27,46	$\bar{1}$,677	+ 5.19.22,4	0,719
20.....	8.12.18	6. 2.27,84	$\bar{1}$,676	+ 5.19.16,2	0,721

» La comète, autant qu'on en peut juger dans la lumière du crépuscule, se pré-

sente sous la forme d'une nébulosité avec un noyau d'un éclat comparable à celui d'une étoile de 8e grandeur.

» Observations très difficiles, faites à 3 degrés environ de l'horizon. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre de la couronne solaire photographié à Elche (Espagne) pendant l'éclipse totale de Soleil du 28 mai 1900.* Note de M. **A. de la Baume-Pluvinel**, présentée par M. Janssen.

« J'ai photographié le spectre de la couronne solaire pendant l'éclipse totale de soleil du 28 mai dernier, à l'aide de trois spectroscopes différents :

» 1° Un spectroscope à fente très lumineux;

» 2° Un spectroscope à prisme objectif de grandes dimensions;

» 3° Un spectroscope à prisme objectif en spath et quartz.

» Le *spectroscope à fente* était combiné de manière à donner une image très intense du spectre continu de la couronne. J'ai obtenu ce résultat en observant les principes suivants : dispersion faible, objectif formant l'image du spectre très lumineux, condensateur d'ouverture quelconque, mais de distance focale telle que le collimateur recueille bien toute la lumière venant des divers points de l'image fournie par le condensateur. Dans mon spectroscope, l'appareil dispersif consistait en un prisme unique en flint léger, et l'objectif formant l'image du spectre était un objectif photographique double à portrait dont le rapport de l'ouverture au foyer était $\frac{1}{3}$. Les dimensions de toutes les parties optiques de l'appareil étaient calculées de manière que des faisceaux de rayons lumineux de $0^{m},06$ de diamètre, émanés de points de la couronne situés à moins de 30′ du bord du Soleil, fussent transmis intégralement jusqu'à la plaque photographique. L'orientation de l'appareil était telle que la fente du spectroscope était dirigée radialement suivant l'équateur solaire. L'ouverture de la fente était de $0^{mm},04$. Une seule plaque orthochromatique Lumière, sensible au jaune et au vert, a été exposée dans l'appareil pendant $1^{m}15^{s}$, soit presque toute la durée de la totalité.

» Dans ces conditions, la couronne a donné un spectre continu présentant à peu près la même étendue et la même intensité de chaque côté de l'équateur solaire. A cause de l'orthochromatisme spécial de la plaque, ce spectre offre deux maxima : l'un, situé dans l'orangé vers la longueur d'onde λ 565, où la hauteur du spectre continu atteint

5′ environ; l'autre, entre les raies F et H, où le spectre s'étend jusqu'à 15′ du bord du Soleil.

» Le spectre continu est sillonné d'un très grand nombre de raies brillantes. La plupart de ces raies présentent les caractères des raies chromosphériques; elles sont intenses à leur base et s'affaiblissent rapidement en s'élevant dans l'atmosphère coronale. De plus, ces raies sont beaucoup plus nombreuses et plus intenses au bord ouest qu'au bord est du Soleil. Cette distribution inégale des raies n'est pas due, comme on pourrait le croire, à une pose plus prolongée des parties basses de la couronne au bord ouest qu'au bord est. En effet, les observations ont été faites presque sur la ligne centrale de l'éclipse, et la pose, commencée deux secondes après le deuxième contact, a été terminée deux secondes avant le troisième contact. Cette différence entre l'intensité des raies aux deux bords du Soleil est donc bien réelle, et l'on peut en conclure que, tandis que la matière qui fournit le spectre continu était à peu près également répartie le long de l'équateur solaire, les gaz qui produisent les raies brillantes étaient beaucoup plus abondants au bord ouest qu'au bord est. Dans le premier cas, il s'agissait de la matière coronale et, dans le second, des gaz chromosphériques. Les photographies directes de la couronne, d'une part, et les photographies monochromatiques de la chromosphère, d'autre part, montrent d'ailleurs que, tandis que la couronne avait sensiblement la même intensité au bord ouest et au bord est du Soleil, la chromosphère, au contraire, était beaucoup plus intense sur le premier bord que sur le second.

» Les principales raies dont on constate la présence au bord ouest sont, dans l'ordre de leur intensité, les suivantes : les raies H et K du calcium, qui s'étendent jusqu'à 5′ du bord du Soleil, aussi bien du côté de l'atmosphère solaire que du côté du disque de la Lune; puis les raies de l'hydrogène F, G′ et *h*, débordant aussi sur le disque lunaire. Il en est de même des raies de l'hélium λ 587,6(D_3), λ 447,2 et λ 402,6. La raie λ 407,9, attribuée au calcium, est aussi intense que les raies de l'hélium.

» La raie verte de la couronne, λ 530,3, s'élève à une hauteur de 4′ au-dessus du bord du Soleil et présente sensiblement la même intensité dans toute sa hauteur. Une autre raie, λ 398,5, est la seule à présenter le même caractère. Elle est indubitablement coronale, ainsi que nous le verrons plus loin. Par contre, la raie λ 423,1, que l'on s'accorde à considérer comme coronale, est très faible et présente l'aspect des raies chromosphériques.

» Dans l'ultra-violet, on compte 7 raies de l'hydrogène qui atteignent une hauteur de 3′. De chaque côté de la raie H_{31} se trouvent des raies plus faibles qui lui donnent un aspect estompé.

» Les autres raies du spectre sont beaucoup plus faibles; j'en ai relevé les positions et j'ai trouvé qu'elles s'accordaient, dans les limites des erreurs possibles, avec les positions des principales raies chromosphériques indiquées dans les catalogues de Young, Hale et Deslandres. Le nombre total des raies mesurées est 56.

» Le bord est du Soleil, ainsi que je l'ai dit, est beaucoup plus pauvre en raies brillantes que le bord ouest. Les raies H et *k* y sont grêles et peu étendues. Il en est de même des raies de l'hydrogène F, G′ et *h*, qui débordent à peine sur le disque lunaire. La raie D_3 de l'hélium fait absolument défaut.

» Quant aux raies coronales, on doit s'attendre à les retrouver avec la même intensité et la même étendue au bord est qu'au bord ouest du Soleil, car j'ai fait remarquer que les photographies directes de la couronne et la photographie de son spectre continu montrent qu'elle présentait la même intensité sur tout l'équateur solaire. Or la raie λ 398,5, que nous avons déjà trouvée au bord ouest avec tous les caractères d'une raie coronale, présente bien la même intensité et la même étendue au bord est qu'au bord ouest. Par contre, la raie verte de la couronne λ 530,1, généralement si intense, fait absolument défaut sur le bord est du Soleil. On peut donc conclure que la raie λ 398,5 est la seule qui présente bien nettement les caractères d'une raie coronale.

» Les raies noires du spectre solaire n'apparaissent pas sur mon spectre de la couronne. On doit donc admettre que la lumière de la couronne ne contenait qu'une faible proportion de rayons solaires réfléchis. Les raies fraunhofériennes ont cependant été plusieurs fois observées et photographiées dans l'atmosphère solaire. J'en ai compté une vingtaine sur une photographie du spectre de la couronne de 1893. En 1882, M. Schuster a aussi photographié les raies fraunhofériennes, et, en 1871, M. Janssen les a observées oculairement. On remarquera que ces trois dates : 1871, 1882 et 1893 se succèdent à onze ans d'intervalle et correspondent à des maxima de taches solaires. Il semblerait donc qu'aux époques de maxima d'activité solaire, l'atmosphère coronale contient en abondance des matières solides pouvant réfléchir la lumière du Soleil.

» Mon *spectroscope à prisme-objectif* consistait en une lunette photographique de $0^m,10$ d'ouverture et $1^m,10$ de foyer, au-devant de laquelle on avait disposé un prisme en flint de 60°, dont les faces mesuraient $0^m,17$ sur $0^m,14$.

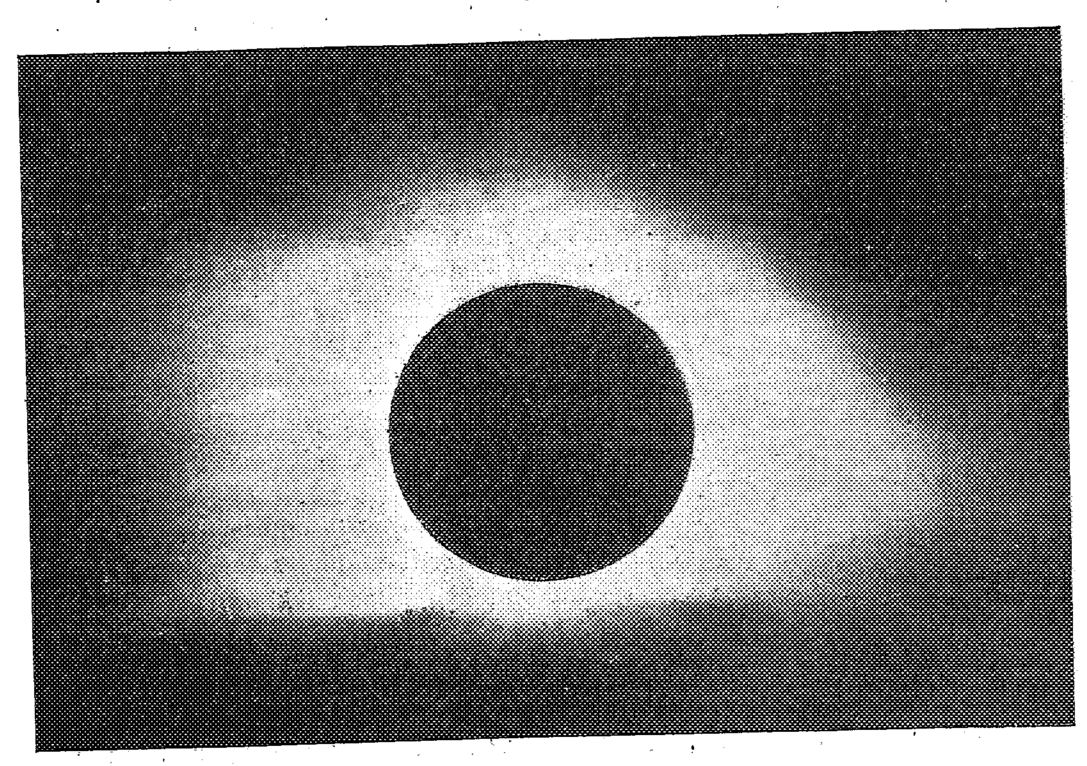
» Le *spectroscope à prisme-objectif en spath et quartz* consistait aussi en une lunette photographique munie d'un objectif en quartz de $0^m,07$ d'ouverture et $0^m,90$ de foyer au-devant duquel on avait fixé un prisme en spath de 60° dont les faces mesuraient 64^{mm} sur 80^{mm}. Les obturateurs de ces deux instruments étaient commandés par la même poire pneumatique et fonctionnaient simultanément. Trois photographies ont été obtenues avec chaque appareil. Les plaques n° 1 ont été exposées pendant une seconde environ, immédiatement après le deuxième contact. Les plaques n° 2 ont été exposées pendant presque toute la durée de la totalité, soit environ 75^s, et les plaques n° 3 ont été exposées instantanément, immédiatement après le troisième contact.

» Les plaques n° 1 donnent des images monochromatiques des croissants de la chromosphère au nord est du Soleil. Comme sur le spectre obtenu avec le spectroscope à fente, ce sont les radiations du calcium, de l'hydrogène et de l'hélium qui donnent les images les plus intenses. Le nombre total des croissants dont j'ai relevé les positions sur la plaque n° 1 est de 139.

» Les plaques n° 2 montrent l'aspect complet de la chromosphère et permettent de constater, ainsi que je l'ai déjà dit, que cette chromosphère est bien plus intense au bord ouest qu'au bord est du Soleil.

» On peut étudier sur ces images chromosphériques les formes et l'intensité des protubérances. On reconnaît, comme l'a déjà fait M. Meslin, que le rapport des intensités des diverses protubérances n'est pas le même dans les images formées par la vapeur de calcium que dans les images fournies par l'hydrogène.


Fig. 1.

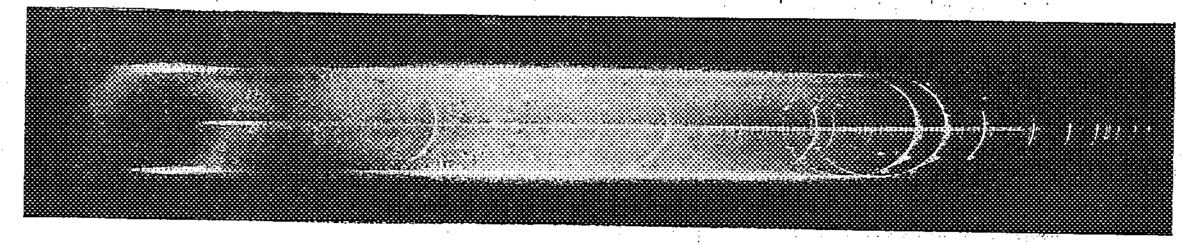


» Les radiations propres à la couronne, λ5303 et λ3985, ne donnent pas des images coronales assez intenses pour pouvoir être distinguées sur le fond brillant du spectre continu.

» Les photographies n° 3, obtenues un peu après le troisième contact, donnent le spectre d'une partie de la photosphère et de la chromosphère qui l'enveloppe.

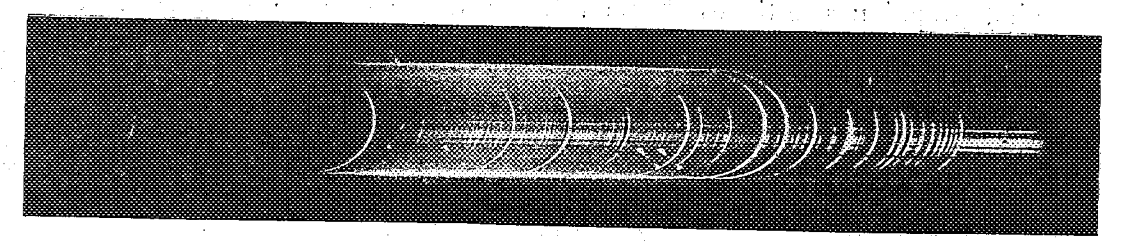
» La partie de la chromosphère qui a donné son spectre étant un mince croissant, on a obtenu des images monochromatiques de ce croissant, dont l'ensemble constitue une bande lumineuse interrompue par des croissants obscurs correspondant aux raies fraunhofériennes du spectre solaire. Au-dessus de ces croissants obscurs, dans le spectre de la chromosphère, on remarque des croissants brillants. Mais les gaz incandescents

Fig. 2.



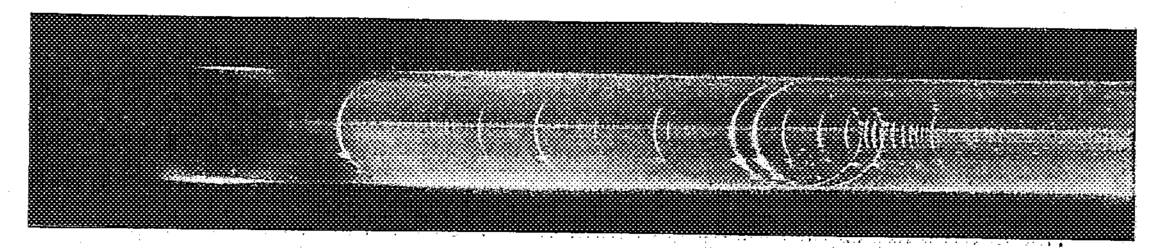
Prisme objectif en flint. — N° 2.

Fig. 3.



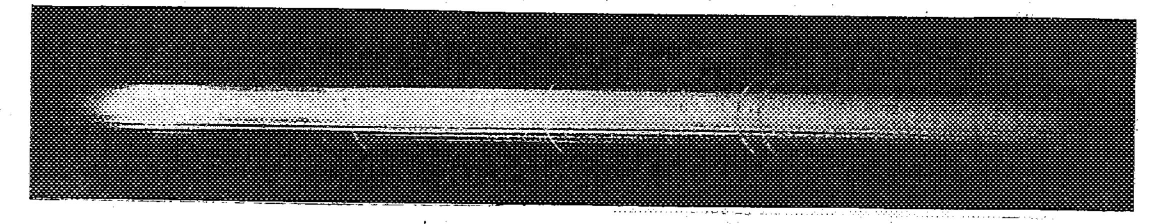
Prisme objectif en spath et quartz. — N° 1.

Fig. 4.



Prisme objectif en spath et quartz. — N° 2.

Fig. 5.



Prisme objectif en spath et quartz. — N° 3.

qui donnent lieu à ces croissants brillants, étant situés au-dessus de la photosphère, les croissants brillants ne se trouvent pas exactement dans le prolongement des croissants obscurs : ils leur sont extérieurs. La mesure de la longueur des croissants brillants donnerait un moyen précis de déterminer l'épaisseur des couches de vapeur qui composent la chromosphère.

» On a relevé sur l'un des clichés n° 3 les positions de 105 croissants brillants et de 57 croissants obscurs.

» D'une manière générale, on peut dire que le minimum d'activité solaire s'est fait sentir sur les phénomènes de la couronne et de la chromosphère qui ont présenté fort peu d'intensité pendant la dernière éclipse de Soleil.

» Les divers spectroscopes que j'ai employés, ainsi que des lunettes photographiques destinées à obtenir l'image de la couronne solaire, étaient montés sur le pied d'un équatorial de 6 pouces. Ce pied, appartenant au matériel de l'observatoire de Meudon, avait été mis obligeamment à ma disposition par M. Janssen qui a bien voulu m'aider de ses précieux conseils pour dresser le programme de mes observations. Je suis heureux de pouvoir lui adresser ici mes sincères remercîments. »

PHYSIQUE. — *Longueurs d'onde de quelques raies du fer.* Note de MM. Ch. Fabry et A. Perot, présentée par M. A. Cornu.

« Le spectre du fer est un de ceux qui ont été pris le plus souvent comme spectres de comparaison dans les mesures de longueurs d'onde. Il contient un grand nombre de raies, dont beaucoup sont assez fines pour fournir de bons repères. Il y a donc intérêt à connaître exactement leurs longueurs d'onde. Nous en avons mesuré un certain nombre par comparaison avec les radiations du cadmium mesurées en valeurs absolues par M. Michelson. La méthode suivie par cette comparaison est celle qui a été décrite en vue des mesures de longueurs d'onde des raies du spectre solaire [1].

» La source employée est l'arc électrique jaillissant entre deux tiges verticales de fer de $0^m,01$ de diamètre, portées par un simple régulateur à main. La tension employée est de 120 volts et le courant de 8 ampères environ.

» Il faut, avant tout, isoler la radiation que l'on veut mesurer : au moyen d'un réseau plan de Rowland et d'une lentille de $0^m,70$ de foyer, on projette un spectre réel de la source lumineuse sur une deuxième fente, à laquelle on donne la largeur voulue pour

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 700; 29 octobre 1900.

ne laisser passer que la lumière d'une seule raie. C'est cette lumière que l'on va utiliser pour la mesure interférentielle.

» L'appareil interférentiel est un *étalon d'épaisseur*, consistant en deux surfaces planes de verre argenté maintenues parallèles et à une distance invariable (aux dilatations près). Par un jeu de miroir on peut projeter, au même point de cet étalon, soit l'image d'un tube à cadmium, soit l'image de la fente qui isole une raie du fer. Dans chaque cas, on obtient, dans une lunette visant à l'infini, un système d'anneaux. L'expérience consiste à mesurer, avec un oculaire micrométrique, le diamètre de l'un des anneaux de chaque système. Lorsque les raies sont fines, cette mesure fixe la partie fractionnaire de l'ordre d'interférence ([1]) au centre à moins de $\frac{1}{100}$ de frange sur une mesure isolée. Une variation de $0^{\circ},01$ sur la température de l'étalon de 1^{cm} produit, par dilatation, une variation appréciable des diamètres d'anneaux.

» Il faut employer, pour avoir le maximum de précision, des épaisseurs d'étalons proportionnées à la finesse des raies : plus une raie est fine, plus l'épaisseur peut être grande, et plus la mesure est précise; dans tous les cas, c'est la finesse de la raie qui seule limite la précision des mesures. Nous avons employé deux étalons, de 5^{mm} et 10^{mm}. Il n'eut pas été avantageux d'aller au delà, à cause du manque de finesse des raies. Pour plusieurs, on a même dû se contenter de l'étalon de 5^{mm}.

» Le Tableau suivant donne les longueurs d'onde obtenues. Elles sont rapportées à la valeur trouvée par M. Michelson pour la raie verte du cadmium, 508,58240. Les nombres sont exacts, à quelques unités près du dernier ordre :

649,4992	558,6775	508,3345
623,0733	550,6783	500,1887
606,5489	543,4525	485,9763
576,3023	530,2321	473,6785
561,5657	523,2954	»

» Il eût été fort intéressant de pouvoir comparer ces nombres avec ceux de l'échelle de Rowland. Malheureusement ces raies n'ont été mesurées par Rowland que dans le spectre solaire; entre les longueurs d'onde d'une même raie prise dans le spectre solaire et dans l'arc électrique ([2]) il y a des différences assez grandes pour rendre illusoire toute comparaison précise. Ce sont les raies solaires qui ont servi de base fondamentale dans l'établissement de l'échelle de Rowland; la façon rationnelle de contrôler cette

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 700; 29 octobre 1900.

([2]) On aurait pu obtenir des raies plus fines en produisant l'arc dans le vide au moyen de notre *trembleur;* mais les longueurs d'onde auraient été un peu différentes de celles que donne l'arc dans l'air, et c'est de cette dernière source que les spectroscopistes ont l'habitude de se servir.

échelle consistera à mesurer un certain nombre de ces raies par les méthodes interférentielles. Nous avons déjà décrit la méthode que nous comptons suivre pour arriver à ce résultat; nous espérons pouvoir l'appliquer dès que la saison permettra des observations suivies sur le Soleil. »

PHYSIQUE. — *Sur la densité des alliages.* Note de M. **Edm. van Aubel**, présentée par M. Lippmann.

« L'alliage d'aluminium et d'antimoine, répondant à la formule AlSb, a pour point de fusion 1078°-1080° ([1]), alors que l'aluminium et l'antimoine fondent respectivement à 660° ([2]) et à 630° ([3]).

» Il m'a paru intéressant d'examiner si ce curieux alliage se formait avec une variation du volume.

» Un chimiste consciencieux, M. Maurice Duyck, a bien voulu faire les analyses nécessaires pour connaître la composition de l'alliage, obtenu par fusion, et pour en vérifier l'homogénéité. Qu'il me soit permis de lui adresser ici mes remercîments.

» Des prises d'essai faites en divers endroits sur deux morceaux, dans lesquels

---

([1]) Edm. van Aubel, *Journal de Physique*, 3e série, t. VII, p. 223; 1898.

Dans ce travail, j'ai rendu compte des expériences de W. Chandler Roberts-Austen, d'après l'ouvrage de Joseph-W. Richards, sur l'aluminium; mais une faute d'impression d'ailleurs non signalée existe dans ce livre, à propos de ces expériences. Il faudra donc lire, dans mon travail, 10 pour 100 au lieu de 1 pour 100 d'aluminium, comme on peut s'en assurer en recourant au Mémoire original de W. Chandler Roberts-Austen (*Proceedings of the Royal Institution of Great Britain,* Vol. XIII, Part III, p. 516; 1893).

A propos de la fusibilité des alliages d'aluminium et d'antimoine, il convient de mentionner un très intéressant Mémoire de Henri Gautier (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 111 et 112; 1896).

([2]) L. Holborn et A. Day (*Drude's Annalen der Physik,* t. II, p. 534; 1900) ont trouvé 657°,3 pour le point de fusion de l'aluminium, tandis que Pictet (*Comptes rendus,* t. LXXXVIII, p. 1317; 1879) lui avait assigné 600°.

([3]) Dans presque tous les ouvrages de Chimie, le point de fusion de l'antimoine est indiqué comme voisin de 440°, mais des mesures récentes faites au moyen de deux procédés différents, par C.-T. Heycock et F.-H. Neville (*Journal of the chemical Society : Transactions,* Vol. LXVII, p. 186; London, 1895), par Henri Gautier (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 112; 1896) et enfin par L. Holborn et A. Day (*Drude's Annalen der Physik*, t. II, p. 534; 1900) ont donné pour point de fusion de l'antimoine respectivement 629°, 54-632° et 630°, 5.

l'aluminium et l'antimoine ont été dosés, ont montré que l'alliage pouvait être considéré comme homogène et avait la composition suivante :

Aluminium	18,87
Antimoine	81,13

Comme cet alliage s'altère à l'air humide et surtout dans l'eau, les deux morceaux à étudier ont été recouverts d'une couche de vernis ordinaire pour métaux.

» Les déterminations des poids spécifiques ont été faites par la méthode de la balance hydrostatique. La moyenne des résultats obtenus a donné pour la densité de l'alliage, rapportée à l'eau à 4° et au vide, la valeur 4,2176, pour la température de 16°C.

» Le poids spécifique que cet alliage devrait avoir, dans l'hypothèse où aucune variation de volume n'aurait lieu, est 5,2246, en adoptant pour poids spécifique de l'aluminium et de l'antimoine respectivement 2,67 et 6,72.

» La densité observée est considérablement plus petite que la densité théorique, et l'écart ne saurait être attribué aux erreurs inévitables dans ce genre de recherches. Il se produit donc une *énorme augmentation du volume* dans la formation de cet alliage. C'est une exception, à la règle formulée par Matthiessen ([1]), assez marquante pour qu'il soit utile de la signaler.

» On peut exprimer ce résultat d'une façon plus saisissante, en disant que $7^{cc},07$ d'aluminium + $12^{cc},07$ d'antimoine fournissent $23^{cc},71$ d'alliage AlSb. »

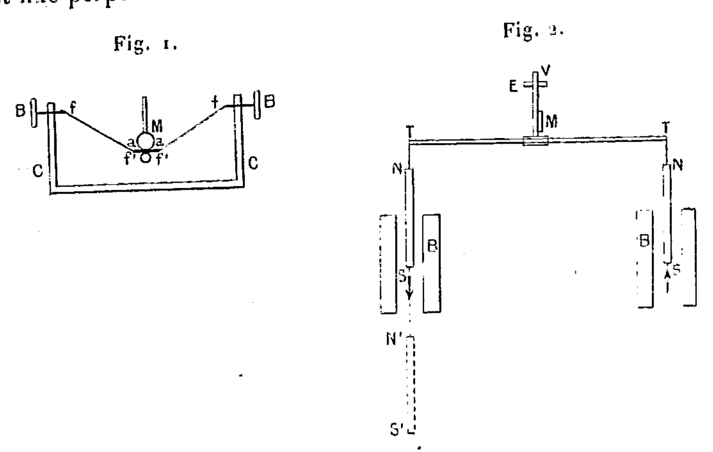
ÉLECTRICITÉ. — *Sur une balance très sensible pouvant servir de galvanomètre, d'électrodynamomètre et d'électromètre absolu.* Note de M. V. **Crémieu**, présentée par M. Lippmann.

« Le galvanomètre astatique que M. le Professeur Lippmann a récemment publié ([2]) m'a amené à construire l'appareil suivant, basé sur le même principe.

» Entre les deux branches CC d'une chappe de laiton (*fig.* 1), on a fixé, sur deux tiges B*f*, un fil de cocon *ff'f'f* qui supporte une plaquette d'aluminium *aa*.

([1]) Ad. Wüllner, *Lehrbuch der Experimentalphysik*, 5e édition, t. II, p. 48; 1896.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1161; 1901.

» Sur cette plaquette se trouve un tube d'aluminium TVT (*fig.* 2) portant un écrou mobile E, et fixé perpendiculairement au plan des brins du fil de cocon.



» Ce dispositif constitue un fléau de balance sans couteau. Il est d'une très grande légèreté ($0^{gr},8$). L'écrou E permet d'en régler la sensibilité et le miroir M d'en suivre les déplacements sur une échelle verticale.

» Aux extrémités TT, on a suspendu verticalement, par des fils de cocon, deux aimants cylindriques NS, de 6^{cm} de longueur et 2^{mm} de diamètre; ils peuvent se déplacer dans l'axe des bobines BB, de 6^{cm} de longueur, et dont le noyau, en cuivre rouge, présente une ouverture cylindrique de 4^{mm} de diamètre.

» Ces bobines portent chacune 30000 tours de fil, présentant une résistance de 5000 ohms par bobine.

» On règle l'appareil de façon que le pôle inférieur des aimants soit un peu au-dessus du centre des bobines.

» L'appareil ainsi constitué n'est en somme qu'une modification de la balance de A.-C. Becquerel ([1]). Mais il est susceptible d'une sensibilité considérable.

» Pour une période d'oscillation de 8 secondes, il donne, à 1^m de distance, une déviation de 12^{mm} pour un courant de 10^{-9} ampère circulant dans les bobines, ce qui correspond à une sensibilité de $3,7 \times 10^8$ (Kohlraush).

» La force motrice correspondante qui agit sur le fléau est de 3×10^{-5} dyne. On a donc une balance sensible au cent-millième de milligramme.

» D'ailleurs, l'appareil est, par suite de ses dispositions, à la fois très amorti et parfaitement astatique.

([1]) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXIII, p. 338; 1850.

» Si l'on remplace les aimants NS par des bobines de mêmes dimensions, auxquelles le fil de suspension peut facilement amener le courant, on a, sans autre changement, un électrodynamomètre sensible.

» D'autre part, suspendons à une des extrémités T, et par un fil un peu long, un aimant tel que N'S', mais de telle façon que son pôle supérieur soit un peu en dessous de la face inférieure de la bobine B correspondante. Si le courant circule en BB de façon que les pôles voisins de la bobine et de l'aimant soient de même nom, ils se repousseront.

» La force de répulsion sera de la forme

$$f = k\frac{mi}{r^2},$$

m étant le pôle de l'aimant, i l'intensité du courant dans la bobine, r la distance des deux pôles. Pour une variation dr de cette distance, on aura

$$\frac{df}{dr} = -\frac{2kmi}{r^3}.$$

» C'est une expression de même forme que celle exprimant la variation d'attraction entre les deux plateaux d'un électromètre absolu Thomson, lorsque leur distance varie.

» J'ai pensé qu'il serait avantageux d'opposer la répulsion électromagnétique à l'attraction électrostatique.

» Il a suffi pour cela de suspendre à l'autre extrémité du fléau un plateau circulaire en aluminium, de 8^{cmq} de surface et de même poids que l'aimant antagoniste. Un anneau de garde et un plateau fixe complètent le dispositif.

» On étalonne l'appareil à l'aide de poids marqués placés sur ce plateau et qu'on équilibre avec des courants d'intensité connue envoyés dans la bobine.

» On a alors un électromètre absolu, permettant d'opérer par une méthode de zéro correspondant à une position d'équilibre que l'on rend aussi stable qu'on le veut ; il est en effet très facile de construire la bobine et l'aimant de telle sorte que, pour une surface donnée du plateau, le $\frac{df}{dr}$ du système électromagnétique soit plus grand que celui du système électrostatique.

» Cette condition est aussi celle d'un bon amortissement.

» La pesée électrométrique, toujours difficile et longue, se trouve rem-

placée ici par le maniement à distance d'une boîte de résistance et d'un commutateur.

» Enfin, on voit qu'en remplaçant dans cet électromètre l'aimant mobile par une bobine mobile, on sera dans d'excellentes conditions pour mesurer la valeur du rapport des unités électriques par la méthode de Maxwell. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction du chlorure d'argent par l'hydrogène et réaction inverse. Équilibres véritables.* Note de M. **Jouniaux**, présentée par M. Troost.

« On sait que si l'on chauffe, pendant des temps progressivement croissants, des tubes scellés contenant soit de l'argent fin et de l'acide chlorhydrique sec, soit du chlorure d'argent fondu et de l'hydrogène pur, la proportion centésimale d'acide chlorhydrique contenu dans le mélange gazeux tend vers une limite fixe qui dépend de la température de l'expérience ([1]).

» Pour toutes les températures inférieures à 500°, les limites des deux réactions inverses sont bien distinctes, l'écart observé étant d'autant plus grand que la température considérée est plus basse.

» Au delà de 600°, on arrive à une limite commune aux deux systèmes, et l'expérience montre que la proportion centésimale d'acide chlorhydrique, restant ou formé, croît avec la température. C'est ainsi qu'elle atteint successivement les valeurs 92,80, 93,80 et 95,00 aux températures de 600°, 650° et 700°. Or, d'après les déterminations de M. Berthelot, la réduction du chlorure d'argent par l'hydrogène est accompagnée, à la température de 15° centigrades, d'une absorption de chaleur de 7000 calories. Si l'on admet que cette réduction est encore endothermique aux températures de nos expériences, la loi du déplacement de l'équilibre par des variations de température se trouve être vérifiée.

» En second lieu, nous avons étudié l'influence qu'exerce la pression interne sur la formation de l'acide chlorhydrique; on observe que la valeur de ρ est d'autant plus forte que la pression du mélange gazeux est plus faible. C'est ce que mettent d'ailleurs en évidence les résultats suivants obtenus vers 540° :

([1]) *Comptes rendus*, 27 novembre 1899.

Temps de chauffe.	Valeurs de ρ, pour des pressions, évaluées en millimètres de mercure, de l'hydrogène introduit, égales à environ			
	380mm.	500mm.	600mm.	700mm.
5 minutes.......	»	46,36	54,07	54,43
10 »	69,50	74,71	80,57	82,35
15 »	84,74	82,08	86,42	82,07
30 »	89,19	90,92	92,57	94,60
1 heure..........	91,55	91,66	93,79	94,61
2 heures.........	91,75	92,41	94,18	94,68
6 »	91,84	92,31	94,12	95,00

» D'autres expériences faites vers 640° conduisent à la même conclusion. L'équation

$$\mathrm{AgCl} + \mathrm{H} = \mathrm{HCl} + \mathrm{Ag}$$

montre que, si l'on effectue la réduction du chlorure d'argent par l'hydrogène dans une enceinte soumise à une pression invariable, le volume occupé par les gaz augmente, à telle enseigne qu'il atteindrait le double de sa valeur initiale si la réaction était intégrale. Les résultats expérimentaux observés sont donc en harmonie avec la loi du déplacement de l'équilibre par des variations de pression.

» Enfin, la théorie thermodynamique des phénomènes de double décomposition conduit à cette conclusion que, si l'on attribue à l'hydrogène et à l'acide chlorhydrique les propriétés des gaz parfaits, la condition d'équilibre du système étudié peut, sous une même pression initiale et pour une même température initiale de l'hydrogène, se mettre sous la forme

$$\mathrm{Log}\,\frac{v_1(2v_1+v_3)}{v_3^2} = \frac{a}{\mathrm{T}} + b\,\mathrm{Log}\,\mathrm{T} + c,$$

expression dans laquelle v_3 et v_1 désignent les volumes respectifs occupés par l'acide chlorhydrique et l'hydrogène dans un système porté à la température absolue T. Le symbole Log désigne un logarithme népérien, a, b et c sont trois constantes qu'il nous est facile de calculer. De nombreuses déterminations expérimentales faites à trois températures différentes permettent de fixer avec une certaine précision les valeurs du rapport $\frac{v_1(2v_1+v_3)}{v_3^2}$ aux températures choisies. Par exemple :

» A 526° centigrades ou 799° absolus, $\frac{v_1(2v_1+v_3)}{v_3^2} = 0,1164$;

» A 605° centigrades ou 878° absolus, $\frac{v_1(2v_1+v_3)}{v_3^2} = 0,08912$;

» A 705° centigrades ou 978° absolus, $\frac{v_1(2v_1+v_3)}{v_3^2} = 0,05728$.

» En reportant ces résultats dans l'expression précédente, on aura trois équations analogues d'où il sera facile de déduire numériquement les trois constantes a, b et c. On trouve ainsi

$$\begin{aligned} a &= -10998,33, \\ b &= -14,4783, \\ c &= +108,076. \end{aligned}$$

» D'autre part, il existe entre :

» La chaleur de formation L_2 de l'unité de masse du chlorure d'argent; la chaleur de formation L_3 de l'unité de masse d'acide chlorhydrique; les poids moléculaires ϖ_2 et ϖ_3 du chlorure d'argent et de l'acide chlorhydrique; les constantes a et b qui viennent d'être déterminées et la température absolue T de l'expérience, la relation suivante

$$\varpi_3 L_3 - \varpi_2 L_2 = \frac{\varpi_3 \sigma_3 R}{2E}(a - bT);$$

$\frac{\varpi_3 \sigma_3 R}{2E}$ est une constante qu'il est aisé de calculer. On trouve

$$\frac{\varpi_3 \sigma_3 R}{2E} = \frac{10333 \times 22,32}{2 \times 425 \times 273} = 0,99389.$$

» A 15° centigrades, on aura donc, d'après ces résultats,

$$\frac{\varpi_3 \sigma_3 R}{2E}(a - bT) = 0,99389(-10998,33 + 14,4783 \times 288) = -6790^{\text{cal}}.$$

» Or, d'après les déterminations de M. Berthelot,

$$\varpi_3 L_3 = 22000^{\text{cal}}, \qquad \varpi_2 L_2 = 29000^{\text{cal}}.$$

» Donc

$$\varpi_3 L_3 - \varpi_2 L_2 = -7000^{\text{cal}}.$$

» La concordance entre ces deux valeurs est remarquable, étant donné que, par extrapolation, nous avons calculé, à 15° centigrades, la valeur de l'expression $\frac{\varpi_3 \sigma_3 R}{2E}(a - bT)$ à l'aide de résultats expérimentaux obtenus entre 525° et 700°. »

Observations relatives à la Note précédente sur la réduction du chlorure d'argent par l'hydrogène; par M. **Berthelot.**

« Je demande la permission de rappeler ici la désagrégation lente et les changements isomériques que l'argent éprouve lorsqu'il est chauffé vers 550° dans une atmosphère d'hydrogène, ou d'oxygène, désagrégation indicatrice de la formation des composés spéciaux, tels qu'un hydrure et un oxyde d'argent, formés et dissociés à cette température.

» On ne saurait refuser, à mon avis, un certain rôle à un semblable hydrure et à ces états isomériques dans le mécanisme des équilibres qui président à la réaction de l'hydrogène sur le chlorure d'argent ([1]), la plupart des équilibres de substitution et de double décomposition ayant pour pivot la formation directe et la dissociation inverse d'une combinaison binaire ou analogue. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'oxyde mercurique sur les solutions aqueuses des sels métalliques.* Note de M. **A. Mailhe.**

« Dans un Travail publié en 1859 ([2]) H. Rose indique que l'oxyde mercurique déplace les bases fortes des solutions de leurs chlorures, mais ne peut les chasser des solutions de leurs sels oxygénés.

» Ayant repris l'étude attentive de ces déplacements, j'ai obtenu des résultats fort différents de ceux annoncés par Rose.

» Sels de zinc. — D'après Rose, le chlorure de zinc est précipité par l'oxyde de mercure à l'état d'oxyde de zinc avec formation d'oxychlorure de mercure. En réalité lorsqu'on met de l'*oxyde de mercure* en présence d'une solution de *chlorure de zinc*, on obtient précipitation d'une poudre blanche cristalline, formée de très petites lamelles hexagonales, qui, si l'on a pris soin d'établir le contact assez longtemps, ne contient pas d'oxyde de mercure, mais est formé par un *oxychlorure de zinc* de formule

$$ZnCl^2, 3ZnO, 3H^2O.$$

» Cet oxychlorure a été trouvé déjà par Kane et André, par des méthodes différentes.

» L'allure est fort différente avec le bromure. En mettant de l'*oxyde mercurique*

([1]) *Essai de Mécanique chimique,* t. II, p. 527.

([2]) *Poggendorff Annalen,* t. CVII, n° 6, p. 298; 1859.

en présence d'une solution de *bromure de zinc*, on voit disparaître progressivement l'oxyde de mercure pendant qu'il se précipite une poudre cristalline formée de longs prismes clinorhombiques blancs. C'est un sel bien défini qui a la composition d'un sel double basique *zinco-mercurique* de formule

$$HgBr^2, ZnO, 8H^2O.$$

» Lorsqu'on met de l'oxyde de mercure au contact d'une solution très concentrée de *sulfate de zinc*, on n'obtient aucun changement, ainsi que Rose l'avait vérifié. Mais si l'on prend une solution très concentrée d'*azotate de zinc*, on voit disparaître totalement l'oxyde de mercure pendant qu'il s'est formé un précipité blanc qui apparaît au microscope sous la forme de paillettes cristallines ou de fines aiguilles. Séchées, elles présentent à l'analyse la composition d'un nitrate basique zinco-mercurique de formule

$$(AzO^3)^2Hg, ZnO, H^2O \quad (^1).$$

» Ce sel est facilement décomposable par l'eau avec précipitation d'oxyde de mercure. C'est ce qui explique la nécessité d'opérer le déplacement dans des solutions d'azotate de zinc très concentrées, et aussi les résultats négatifs obtenus soit avec le sulfate, soit avec l'acétate de zinc, que l'on ne peut obtenir en solutions assez sèches.

» Le même sel basique zinco-mercurique se produit soit avec l'oxyde jaune sec ou récemment précipité, soit avec l'oxyde mercurique rouge.

» Sels de nickel. — D'après Rose, le *chlorure de nickel* est précipité complètement par l'oxyde de mercure, à l'état d'oxyde. En réalité, il se forme un oxychlorure vert de formule

$$HgCl^2.NiCl^2, 7NiO, 10H^2O.$$

» L'oxyde de mercure mis en présence de *sulfate de nickel* ne donne lieu à aucune réaction; mais, au contact d'une solution assez concentrée d'*azotate de nickel*, on voit à la longue, au bout de plusieurs mois, qu'un précipité vert a remplacé l'oxyde jaune. Ce sont de petites lamelles hexagonales microscopiques qui présentent à l'analyse la composition d'un nitrate nickelo-mercurique de formule

$$2(AzO^3)^2Hg, 3NiO, 8H^2O.$$

» Sels de cobalt. — Au sein d'une solution de *chlorure de cobalt*, l'oxyde de mercure disparaît peu à peu et est remplacé par une poudre verte formée par des lames quadrangulaires. Le déplacement total de l'oxyde de cobalt n'a pas lieu. Même au bout de plusieurs mois, la liqueur renferme du cobalt manifesté par sa coloration légèrement rose.

» La poudre verte cristalline n'est pas un oxyde, comme l'a cru Rose, mais un chlorure mixte basique de cobalt et de mercure de composition

$$HgCl^2, 3CoO, \tfrac{1}{2}H^2O.$$

---

(1) L'analyse de l'azote a été faite soit par le procédé Dumas : dosage de l'azote nitrique, soit par le procédé H. Henriet (*Comptes rendus*, n° 16, t. CXXXII, p. 966; 1901), procédé qui a donné des résultats satisfaisants.

» Même après plusieurs mois de contact, l'oxyde de mercure n'éprouve aucun changement dans une dissolution de *sulfate de cobalt*. Mais, dans une solution concentrée d'*azotate de cobalt*, il est remplacé peu à peu par un précipité rouge cristallisé en petits prismes clinorhombiques ayant la composition d'un nitrate basique cobalto-mercurique de formule

$$(AzO^3)^2Hg, CoO, 3H^2O.$$

» SELS DE CUIVRE. — L'action de l'oxyde mercurique sur les sels de cuivre présente beaucoup d'analogies avec l'action sur les sels de zinc.

» L'oxyde mercurique placé dans une solution de *chlorure cuivrique* s'y change très rapidement en une poudre amorphe bleue ayant la composition d'un sel basique tétracuivrique de formule

$$CuCl^2, 3CuO, 4H^2O.$$

» Si l'on met l'oxyde de mercure au contact d'une solution de *bromure cuivrique*, on a formation d'un précipité vert cristallisé en petites lames quadrangulaires. C'est un bromure basique cupro-mercurique

$$HgBr^2, CuO, 3H^2O.$$

» Le *sulfate de cuivre* mis au contact d'oxyde mercurique a subi une légère altération au bout de six mois, mais la quantité d'oxyde transformée a été trop petite pour être analysée.

» L'*azotate de cuivre* en solution très concentrée a donné, avec l'oxyde de mercure jaune soit sec, soit récemment précipité, et avec l'oxyde rouge, un précipité bleu formé de prismes quadrangulaires très facilement décomposables par l'eau avec mise en liberté d'oxyde de mercure. Ce précipité est un nitrate basique cupro-mercurique de formule

$$(AzO^3)^2Hg, CuO, 4H^2O. »$$

M. C. **Duprat**, à la Guadeloupe, écrit qu'il a observé, le 9 mai 1901, vers 7^h du soir, une comète (c'est la comète 1901 *a*) comparable pour l'éclat à une étoile de 4e grandeur, à queue rectiligne; la tête était placée près des étoiles π^5 et π^6 d'Orion; l'extrémité de la queue atteignait l'étoile 2 de l'épée d'Orion.

M. **P. Guyon** adresse, de Vannes, la description et le dessin d'un « Nouveau moteur à vent ».

M. **Ch. Joly** adresse un Mémoire sur « Le grisou ».

M. **Ridey** adresse une Note « Sur un matériel de sauvetage et d'extinction dans les incendies ».

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 mai 1901.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; t. CXXX, janvier-juin 1900. Paris, Gauthier-Villars, 1900; 1 vol. in-4°.

OEuvres complètes d'Augustin Cauchy, publiées sous la direction scientifique de l'Académie des Sciences et sous les auspices de M. le Ministre de l'Instruction publique; Ire série, t. XII, avec une Table générale de la Ire série. Paris, Gauthier-Villars, 1900; 1 vol. in-4°.

Institut de France. Académie des Sciences. Réunion du Comité international permanent pour l'exécution de la Carte photographique du Ciel, tenue à l'Observatoire de Paris en 1900. Paris, Gauthier-Villars, 1900; 1 vol. in-4°.

Annales célestes du dix-septième siècle, par A.-G. Pingré, Ouvrage publié sous les auspices de l'Académie des Sciences, par M. G. Bigourdan. Paris, Gauthier-Villars, 1901; 1 vol. in-4°.

Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes. Exposition internationale de 1900. *Direction générale de l'exploitation. IVe Congrès international de Chimie appliquée. Compte rendu sommaire,* par M. Henri Moissan, président du Congrès, et François Dupont, secrétaire général. Paris. Imprimerie Nationale, 1901.

P. Chrysologue de Gy, capucin, géographe et astronome (1728-1808), avec une carte insérée dans le texte, par le P. Ubald d'Alençon. Angers, J. Siraudeau, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Die Erdbebenwarte, Monatsschrift herausgegeben von Albin Belar; Jahrgang I, Nr. 2. Laibach, Kleinmayr et Fed. Bamberg, 1901; 1 fasc. in-8°.

La propaganda cientifica, publicacion mensual; ano I, num. 6. Guatemala, 1900; 1 fasc. in-8°.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, **deux volumes** in-4°. Deux **Tables**, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Marche.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Co. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier
Varsovie	Gebethner et Wolff
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15 fr.**
Tomes 92 à 121. — (1er janvier 1881 à 31 décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15 fr.**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861 .... **15 fr.**

À la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

N° 21.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 28 mai 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1901

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 22 (3 Juin 1901).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leur Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JUIN 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelles recherches sur la neutralisation de l'acide phosphorique;* par M. **Berthelot**.

« En poursuivant des recherches de chimie physiologique sur l'acidité des liquides de l'économie, tels que l'urine et le suc gastrique, j'ai été conduit à reprendre l'étude de la neutralisation des acides à fonction multiple, organiques et minéraux, et notamment celle de l'acide phosphorique, qui m'a déjà occupé à plusieurs reprises (¹). Je rappellerai que j'ai reconnu à cet acide trois fonctions distinctes : celle d'un acide monobasique, comparable aux acides minéraux les plus énergiques, fonction à laquelle s'ajoute

(¹) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5ᵉ série, t. IX, p. 33, 1876; 6ᵉ série, t. VI, p. 506, 1885; 7ᵉ série, t. XI, p. 355, 1887.

une acidité équivalente à celle d'un acide plus faible, de l'ordre de l'acide acétique, puis une troisième acidité de l'ordre de celle des alcools. Ces trois acidités répondent à la formation des phosphates monobasiques, bibasiques, tribasiques. Elles se traduisent tant par l'inégalité des dégagements de chaleur de neutralisation, qui caractérisent chacune d'elles, que par la diversité de teinte de certains colorants tels que le méthylorange, accusateur de la monobasicité, la phénolphtaléine, accusatrice des deux premières basicités, et le bleu C_4P, accusateur spécial mais un peu incertain de la troisième basicité.

» Mes nouvelles recherches ont porté surtout sur l'étude des doubles décompositions entre les chlorures de calcium, de baryum, de magnésium et l'azotate d'argent, opposés en proportions diverses à l'acide phosphorique libre et aux phosphates monosodique, bisodique et trisodique, ainsi qu'aux phosphates monoammonique, biammonique et triammonique; le tout dans le but de déterminer les variations de titre acide correspondantes. Avant de présenter le Tableau de ces expériences, dont le nombre s'élève à plusieurs centaines, je crois devoir revenir sur l'étude de la neutralisation directe de l'acide phosphorique par la chaux et par la baryte.

» Les nouveaux résultats que j'ai obtenus confirment et développent mes anciens, en y ajoutant certains phénomènes qui paraissent de quelque intérêt pour les problèmes généraux de la neutralisation. Voici les faits :

» 1. Versons peu à peu, avec une burette graduée, une solution de chaux, renfermant par exemple $1^{gr},2$ à $1^{gr},4$ au litre ($CaO = 40^{lit}$ à 50^{lit}), dans une solution d'acide phosphorique ($PO^4H^3 = 8^{lit}$): il ne se produit d'abord aucun précipité; mais le méthylorange accuse la neutralisation lorsqu'on a atteint un équivalent d'alcali pour une molécule d'acide, précisément comme avec la soude et avec la baryte; soit $PO^4H^3 + NaOH$ pour la soude; $2PO^4H^3 + BaO$ et $2PO^4H^3 + CaO$ pour la chaux et la baryte (bases bivalentes). Si l'on continue à ajouter rapidement la solution de chaux, l'acide commence à se précipiter sous la forme de phosphate bibasique, PO^4CaH ou $P^2O^5, 2CaO, H^2O$; la précipitation étant à peu près complète avec deux équivalents de chaux (une molécule).

» Cependant, la réaction ne s'arrête pas à ce terme, une nouvelle proportion de chaux s'attachant au précipité, au fur et à mesure que l'on ajoute la dissolution alcaline. Or, circonstance remarquable, l'accroissement de chaux dans le précipité n'est pas instantané, mais progressif; il se fait peu après et ne se complète que très lentement, même lorsque l'acide est mis de suite en présence d'un excès de chaux considérable, tel que $4CaO$ et même

10 CaO (8 ou 20 équivalents). C'est ce que l'on constate, par exemple, en laissant reposer un instant la liqueur qui, dans les premiers moments, s'éclaircit assez vite, ou bien en la filtrant. Si l'on attend plus longtemps, le précipité change de nature et cette matière, remise en suspension par l'agitation, ne se dépose plus qu'avec une extrême lenteur, demeurant émulsionnée à la façon d'un corps colloïdal. En opérant dès le début, on peut isoler une fraction déterminée du volume initial (¹) et y déterminer le titre alcalin, par l'emploi de l'acide chlorhydrique normal, par exemple, et d'un colorant. Le méthylorange a été employé de préférence. Dès que tout l'acide phosphorique a été précipité, ce qui est réalisé par une proportion de chaux un peu supérieure à 2 équivalents (CaO pour PO^4H^3), la liqueur claire ne renferme plus que de la chaux et les indications des trois colorants : méthylorange, phénolphtaléine et tournesol, répondent sensiblement à la même limite. Cette limite fait connaître la dose de chaux libre dans la dissolution et, par différence, la dose précipitée par l'acide phosphorique.

» 2. En versant ainsi peu à peu l'eau de la chaux dans l'acide phosphorique, le méthylorange vire, comme je viens de le dire, vers le terme P^2O^5 : CaO (phosphate monobasique soluble).

» En opérant en sens inverse, c'est-à-dire en versant peu à peu l'acide phosphorique dans l'eau de chaux, ce virage a eu lieu vers le terme P^2O^5 : 2 CaO ; c'est-à-dire lors de la formation du phosphate bibasique insoluble, laquelle soustrait 2 équivalents de base soluble à l'action alcalimétrique.

» Avec la phénolphtaléine, cette première limite est moins nette ; elle a paru voisine de 1,4 CaO.

» 3. Pour mieux observer la fixation progressive de la chaux sur le phosphate bibasique précipité en premier lieu

$$(PO^4CaH \text{ ou } P^2O^5, 2CaO, H^2O)$$

(¹) En raison de la grande dilution des liqueurs, leur volume par l'effet de la formation du précipité n'éprouve que des variations insensibles, du moins pour le degré de précision des expériences alcalimétriques. Les filtres employés étaient formés avec le papier blanc employé pour les analyses chimiques. Ce papier ne retient que des doses d'alcali insignifiantes, c'est-à-dire comprises au-dessous des limites d'erreur ; comme on le constate en comparant les liqueurs filtrées avec les liqueurs isolées par décantation. Les liqueurs doivent être préparées et conservées en vases clos, à l'abri du contact de l'air.

j'ai opéré d'un seul coup le mélange de la dissolution PO^4H^3 avec un volume d'eau de chaux renfermant 4CaO et 10CaO (8 et 20 équivalents). On a observé ainsi, et en opérant le dosage avec le méthylorange, les doses de chaux fixées sur PO^4H^3 que voici :

	Avec 4CaO	Avec 10CaO
Aussitôt	1,34	1,77
Le 1er jour (janvier)	1,82	1,93
Le 2e jour	1,89	»
Le 3e jour	1,93	1,96
Le 4e jour	1,97	»

» Les derniers chiffres se confondent à peu près avec la formule d'un phosphate quadribasique.

» Les dosages, exécutés simultanément avec trois colorants, ont été trouvés sensiblement les mêmes; soit dans deux essais distincts :

Méthylorange	1,77	1,95
Phénolphtaléine	1,80	2,02
Tournesol	1,77	1,96

» Lorsqu'on agite, le précipité rentre en suspension, et la liqueur émulsionnée ne s'éclaircit plus guère, même après plusieurs semaines de repos. Mais, si l'on y ajoute quelques centièmes de son volume d'une dissolution saturée de chlorure de sodium, le précipité se coagule et se sépare. D'après le titrage de la liqueur claire ainsi obtenue, le précipité renferme, pour PO^4H^3 : 1,99 CaO.

» On peut aussi éclaircir la liqueur en la maintenant à 60°, en vase clos, pendant six heures. Le lendemain, le dosage par le méthylorange a indiqué, pour PO^4H^3, les proportions de chaux précipitée : 2,1 CaO.

» Le léger excès 0,1 peut être attribué à la précipitation de l'eau de chaux observable par l'action de la chaleur. En effet, le titre de la même eau de chaux, chauffée simultanément dans le même bain, a baissé de 1gr,16 à 1gr,12 par litre.

» D'après ces faits, qui concordent avec mes observations de 1876, en les précisant davantage, le terme de 3 équivalents ne représente pas le terme de la saturation de l'acide phosphorique par la chaux; pas plus d'ailleurs que par la soude, laquelle continue à dégager un peu de chaleur, même au delà de la proportion $PO^4H^3 + 3NaOH$. De même la baryte.

» Un composé calcique quadrivalent (Isoklas) a même été observé dans la nature (Gmelin, t. II, p. 364; 1886). Ce composé répondrait,

d'après les analogies, à l'oxychlorure de calcium, $CaCl^2, 3CaO$, et à l'azotate de chaux basique, Az^2O^6Ca, CaO.

» 4. La baryte donne lieu à des observations parallèles. Lorsqu'on verse peu à peu l'eau de baryte dans l'acide phosphorique, le virage du méthyl-orange répond au sel monobasique soluble, $P^2O^5, BaO, 2H^2O$, comme avec la soude et la chaux.

» En opérant en sens inverse, on a observé une fixation progressive d'alcali sur le sel bibasique, PO^4BaH.

Premier effet.........	1,33 BaO fixé en tout.
Puis.................	1,45
24 heures..........	1,725
Après quelques jours..	1,91

» Je n'ai pas réussi à dépasser ce terme. Mais il se rapproche bien du phosphate quadribasique.

» Quand on précipite le phosphate tribasique, $P^2O^5, 3BaO$, par double décomposition, il est d'abord amorphe, puis cristallise en dégageant $+14^{Cal}$, d'après mes anciennes observations.

» 5. Lorsqu'on précipite par double décomposition les phosphates de chaux ou de baryte, j'ai observé que le sel précipité varie, suivant la constitution du phosphate alcalin soluble initial, ses proportions relatives et diverses autres circonstances, dans son degré de saturation. On peut obtenir :

» Soit un sel bivalent, tel que PO^4CaH ou PO^4BaH ;

» Soit un sel trivalent, tel que $P^2O^5, 3CaO$ ou $P^2O^5, 3BaO$;

» Soit un sel de saturation intermédiaire, tels que ceux observés par Berzélius ;

» Soit un sel double, tel que $P^2O^5, 2BaO, 2NaOH$, et les composés analogues obtenus par le regretté Joly.

» Enfin, si l'on opère avec un excès de potasse ou de soude, comme on a proposé de le faire dans les recherches relatives à la neutralité de l'urine, on peut obtenir des phosphates quadribasiques, ou leur mélange avec les phosphates tribasiques.

» En raison de ces faits, dont j'ai fait une étude approfondie, les changements dans le degré de neutralité des liqueurs décantées ou filtrées sont très divers suivant les circonstances et ils ne répondent pas, dans la plupart des cas, aux formules admises par hypothèse par les physiologistes. Je reviendrai sur cette question. »

CHIMIE. — *Nouvelles recherches sur les alliages d'or et d'argent et diverses autres matières provenant des tombeaux égyptiens;* par M. **Berthelot.**

« En poursuivant mes études sur les métaux de l'antiquité, j'ai été conduit à faire un examen spécial des échantillons d'or pur, ou allié, provenant des tombeaux égyptiens, et particulièrement des feuilles minces employées à la dorure des momies et autres objets. J'ai recherché s'il était possible d'établir quelques relations probables entre la composition chimique de ces feuilles et la date et les procédés de leur fabrication, dans les cas où cette date est établie d'une façon rigoureuse par les archéologues; de façon à pouvoir, au besoin, remonter en sens inverse, dans d'autres cas, de la composition révélée par l'analyse chimique, soit à la date inconnue de la fabrication, soit à l'origine minéralogique des échantillons. Mais, pour arriver à des conclusions de quelque valeur, il convient de multiplier les déterminations.

» J'ai déjà publié un certain nombre de résultats précis à cet égard dans mes études sur les fouilles de Dahchour (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. IV, p. 572; 1895) et sur des échantillons fournis par notre Confrère, M. Maspéro, directeur du Service des antiquités en Égypte (même Recueil, 7e série, t. XXI, p. 202; 1901; *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 461; 1900). Il a eu l'obligeance de m'envoyer divers échantillons nouveaux, au mois d'avril 1901, et ces échantillons m'ont été remis il y a une douzaine de jours par M. Cogordan.

» Je vais donner les résultats de mon examen.

A. — I. Petit fragment d'or, provenant du cercueil du roi Horus de Dahchour, XIIIe dynastie.

» Cet échantillon pèse 0^{gr},0082.

» C'est une feuille métallique battue (épaisse d'environ un millième de millimètre). La teinte des deux surfaces est notablement différente, l'une d'elles étant d'un jaune d'or pur, l'autre rougeâtre et même presque sombre par places. Cette dernière teinte est répartie inégalement. Elle ne paraît pas attribuable au métal lui-même, mais à un enduit extrêmement mince de matière organique, provenant sans doute du contact de la momie, et dont le poids n'est pas appréciable sur un aussi petit échantillon. Cette

matière brûle lorsque l'or est porté au rouge, et le métal reprend sa couleur normale.

» L'analyse a fourni sur 100 parties :

Or	92,7
Argent	4,9
Autres matières	2,4

B. — Deux petits paquets de feuilles métalliques, désignées sous les noms d'or, d'argent, ou d'électrum, provenant d'un tombeau de la XIe ou XIIe dynastie (XIIe probablement), découvert à Berchèh et appartenant à un certain Tahoutinakhouit.

» J'ai partagé ces feuilles, d'après leur apparence, en quatre groupes pour les analyses.

II. — *Argent du paquet n° 1.*

» Lamelle épaisse de $0^{mm},002$ en moyenne. — Épaisseur variable de $0^{mm},001$ à $0^{mm},0015$ et $0^{mm},0025$.

Ag	74,52
Au	14,94
Patine et autres matières	10,54

III. — *Or jaune du paquet n° 1.*

Au	80,1
Ag	20,3
	100,4

IV. — *Or rouge du paquet n° 1.*

» Lamelle épaisse de $0^{mm},001$ environ dans les parties les plus minces.

Au	78,7
Ag	20,9
	99,6

V. — *Or jaune du paquet n° 2.*

» Lamelle épaisse de $0^{mm},001$ environ.

Au	77,3
Ag	22,2
	99,5

VI. — *Or rouge plus foncé du paquet n° 2.*

» L'or est terni d'un côté par une matière organique, telle que celle de l'échantillon I, qui lui donne l'apparence d'un doublé. Cette matière est détruite lorsqu'on chauffe la feuille d'or au rouge. Épaisseur : $0^{mm},001$ environ dans les parties minces.

Au	78,2
Ag	21,1
	99,3

» On remarquera que les feuilles d'or ont toutes une épaisseur voisine de 1 à 2 millièmes de millimètre, sans être cependant absolument régulière. — Les échantillons III, IV, V, VI ont sensiblement la même composition, étant constitués par un alliage artificiel ou par un minéral naturel, qui renferme 4 parties d'or et 1 partie d'argent. La différence de teinte qui avait fait supposer l'existence distincte d'or et d'électrum est attribuable à un mince enduit, produit par le contact ou les émanations de la momie.

» L'échantillon II est formé par de l'argent mêlé d'un cinquième d'or, alliage artificiel ou plutôt minerai naturel.

» Aucun de ces échantillons n'est constitué par de l'or pur, pas plus que ceux du trésor de Dahchour que j'ai déjà analysés (*Ann.*, 7e série, t. IV, p. 572) où le rapport de l'or à l'argent était celui de 5 à 1, et les feuilles d'or de la VIe et de la XIIe dynastie (*Ann.*, 7e série, t. XXI, p. 202) qui contenaient seulement 3,2 à 4,5 centièmes d'argent : chiffres analogues à ceux de l'échantillon I provenant du tombeau d'Horus, ce qui confirme les remarques précédentes sur la composition de l'or égyptien.

C. — Objets divers.

» Voici maintenant les résultats observés sur quelques autres objets provenant du même tombeau :

VII. — *Matière solide, réputée parfum.*

» C'est une résine fragile, d'un jaune brunâtre, compacte, à cassure conchoïdale. Chauffée, elle se comporte comme de la colophane (résine des pins), avec une odeur semblable.

» VIII. — *Deux boules rondes, blanchâtres,* ayant l'apparence d'une matière pétrie, puis agglomérée par dessiccation. Le tombeau en renfermait une trentaine. — Diamètre : 22^{mm}.

» Ces boules avaient été regardées par les personnes qui les ont trouvées comme des parfums. J'ai constaté qu'elles ne contenaient pas de matière organique. Elles sont constituées en réalité par des fragments de verre pilé, non porphyrisé, riche en silice, associé à un peu de carbonate de chaux qui a dû servir de ciment. La densité de cette matière a été trouvée égale à 2,60 environ. Il est difficile de comprendre les motifs qui ont conduit à placer une substance semblable dans un tombeau.

» IX. M. Maspéro avait joint à son envoi une petite lamelle métallique rouge, longue de 60^{mm} environ, large de 6 à 7^{mm} suivant les points, épaisse de $0^{mm},66$ et recouverte par places d'une patine vert-de-grisée. — J'y ai trouvé sur 100 parties :

Cuivre	87,7.
Étain	Trace.
Patine oxydée	12,3 environ.

» J'ignore à quel objet cette lamelle avait appartenu autrefois.

» X. En examinant les feuilles d'or, allié d'un quart d'argent, désignées plus haut en B, j'y ai trouvé trois petits anneaux parfaitement réguliers et semblables, qui ont attiré mon attention. J'ai pesé l'un de ces anneaux, soit $13^{mgr},9$. Il constituait un tore régulier. Son diamètre extérieur était égal à $3^{mm},05$; le diamètre du tore était $0^{mm},75$ et, par conséquent, le diamètre de la circonférence intérieure : $1^{mm},55$.

» Cet anneau était constitué par du verre dévitrifié, exempt d'étain ou d'autre métal dans sa masse intérieure, mais recouvert d'une mince patine verdâtre, renfermant une trace de cuivre.

» L'existence de semblables objets soulève de nouveaux problèmes. En effet, ces petits anneaux devaient dépendre de quelque objet d'art ou de parure, tel qu'un collier de perles de verre, car ils n'ont pas été assemblés par soudure, mais enfilés sur un fil de lin ou de métal. Leur fabrication même a dû offrir quelque difficulté, en raison de la minceur des anneaux ($0^{mm},75$) comparée à leur diamètre ($3^{mm},05$).

» Je joindrai aux analyses précédentes celle d'un échantillon de métal chaldéen, remis par M. Heuzey. Il s'agit de la statuette du roi Rim-Sin, datée

vers 2200 avant notre ère. La poussière détachée à la lime renfermait :

Cuivre	92,9
Sable	0,2
Potasse oxydée	8,9

(sans autre métal).

» C'est du cuivre à peu près pur, comme les statuettes plus anciennes de Goudéah ([1]) et du palais du roi Our-Nina ([2]). »

PHYSIQUE. — *Sur l'analyse magnétique des rayons du radium et du rayonnement secondaire provoqué par ces rayons.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« Dans une Note récente ([3]), j'ai décrit une disposition expérimentale qui m'avait déjà servi antérieurement à analyser le rayonnement du radium; quelques modifications à cette disposition m'ont permis de constater ou de vérifier avec plus de précision plusieurs propriétés importantes, soit du rayonnement direct, soit du rayonnement secondaire émis par les corps qui sont frappés par les rayons du radium.

» La disposition consiste à placer la matière active dans un champ magnétique uniforme, à isoler un mince faisceau plan parallèle au champ, puis à recevoir sur une plaque photographique normale au champ, et sous une incidence presque rasante, le rayonnement du faisceau dont une partie est déviée par le champ magnétique. Dans ces conditions, si la source est linéaire, normale à la plaque et de très petite longueur, l'impression représente une section faite normalement au champ dans le faisceau dévié; chaque faisceau correspondant à une vitesse de translation déterminée donne une impression sensiblement circulaire, comme si la trajectoire tout entière de ce faisceau était marquée sur la plaque. Si sur la face de cette plaque, et en contact avec elle, on dispose divers écrans, on arrête ou on limite le rayonnement. Lorsque ces écrans sont percés de trous, on observe que par chacun d'eux et par la source il passe une infinité de cercles formant en dehors de l'écran un faisceau épanoui qui constitue une sorte de spectre pur. Si au delà du premier écran percé de trous on

---

([1]) *Introduction à la Chimie des anciens et du moyen âge,* p. 224.

([2]) *Histoire de la Chimie au moyen âge,* t. I, p. 391.

([3]) *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 734.

en dispose un second également percé de trous, on constate que par ces derniers il sort, soit un faisceau unique et bien défini, soit, si les faisceaux du premier écran se réunissent partiellement, une série de faisceaux distincts correspondant à des circonférences définies par le trou considéré, par la source, et par un troisième trou appartenant à l'écran intermédiaire.

» Les épreuves photographiques permettent de relever avec une grande exactitude ces pseudo-trajectoires, et d'isoler ainsi des rayons presque complètement purs, c'est-à-dire correspondant chacun à une valeur unique du produit $\frac{m}{e}v$ qui, dans la théorie balistique, est proportionnelle au rayon de courbure de la trajectoire; m étant la masse fictive entraînée, e la charge qu'elle transporte avec une vitesse v.

» A côté de ces rayons déviés, on voit la trace rectiligne donnée par les rayons non déviables, comme dans l'expérience fondamentale de M. Villard.

» Dans un champ magnétique de 300 unités C.G.S. environ, j'ai réalisé sur une cinquantaine de clichés les dispositions les plus diverses avec des écrans en plomb, en étain ou en cuivre, affectant souvent une forme circulaire que les rayons non déviables traversaient suivant leur diamètre. Ces écrans étaient percés de fentes fines ou larges, normales à la plaque photographique et en contact avec celle-ci. Ces écrans avaient 1^{mm} ou 2^{mm} d'épaisseur, et environ 9^{mm} de hauteur; pour protéger plus complètement certaines parties de la plaque, on faisait usage de blocs métalliques de plusieurs centimètres d'épaisseur.

» La matière active était placée dans une rainure pratiquée dans un bloc de plomb; un grand nombre d'expériences ont été faites en plaçant la matière au fond d'une rainure ayant 12^{mm} de profondeur et moins de 1^{mm} de largeur. Lorsque la matière était enfermée dans un tube de verre, on éliminait la partie non déviable et très absorbable pour ne conserver que la partie non déviable et très pénétrante, ainsi que la partie déviable du rayonnement. Dans tous les cas, la cuve était couverte d'une très mince feuille d'aluminium pour arrêter les rayons lumineux; la plaque photographique pouvait alors n'être pas enveloppée, à la condition de faire dans l'obscurité les diverses manipulations de la pose.

» Enfin, dans la plupart des expériences, en dehors de l'écran extérieur percé de trous, on a disposé parallèlement et à quelques millimètres de distance, une lame d'aluminium de $0^{mm},1$ d'épaisseur, qui touchait la plaque photographique.

» Dans ces conditions, on a constaté les effets suivants : les rayons non déviables émis au travers du verre, ainsi que les rayons les moins déviés, traversent l'aluminium comme si celui-ci n'existait pas, et provoquent à peine des rayons secondaires.

» Les rayons déviables, partiellement absorbés, traversent l'aluminium sans que la trajectoire soit modifiée. On en conclut que le rayonnement qui sort de l'aluminium a la même valeur du produit $\frac{m}{e}v$ qu'avant de traverser le métal; j'avais déjà obtenu cette conclusion par une autre méthode.

» Les rayons partiellement absorbés provoquent sur les deux faces de l'écran d'aluminium des rayons secondaires intenses. Ces derniers forment, à l'extérieur de l'écran, un faisceau un peu diffus qui se superpose au faisceau transmis, sur la même trajectoire. La disposition permet de reconnaître très simplement, dans les faisceaux épanouis définis par la source et une seule ouverture, les limites d'absorption de divers écrans.

» L'analyse des rayons secondaires émis par les écrans métalliques a donné des effets moins nets. Dans un grand nombre de cas, des faisceaux de rayons secondaires sortent par les ouvertures en formant soit un faisceau diffus symétrique, soit une gerbe épanouie dans les deux sens, soit un faisceau épanoui en sens contraire du faisceau déviable incident. Ces derniers effets paraissent produits par les rayons qu'émettent les parois des ouvertures.

» Si l'on forme avec des écrans épais des espaces protégés contre le rayonnement venant directement de la source, mais présentant des ouvertures du côté d'écrans recevant le rayonnement, ces espaces sont le lieu d'impressions photographiques, intenses du côté de l'entraînement des rayons par le champ, montrant ainsi que le rayonnement secondaire comprend une partie déviable. Le rayonnement secondaire provoque sur les écrans qu'il frappe un rayonnement tertiaire, qui lui-même peut à son tour provoquer des rayonnements d'un ordre plus élevé. L'expérience est très nette avec les rayons secondaires du plomb, en laissant entrer ceux-ci, par un canal étroit, dans l'espace protégé; au sortir de ce canal, le rayonnement secondaire présente une déviation évidente par le champ magnétique, dans le même sens que la déviation des rayons incidents et avec une courbure moyenne qui ne paraît pas différer sensiblement de celle des rayons excitateurs. Cette dernière conclusion n'est qu'approximative et demande à être confirmée par des mesures plus précises.

» Les divers clichés que je soumets aujourd'hui à l'Académie, et que je

me propose de publier ultérieurement, montrent la précision que l'on peut atteindre par cette méthode d'observation. »

PHYSIOLOGIE. — *Action physiologique des rayons du radium.* Note de MM. **Henri Becquerel** et **P. Curie**.

« Les rayons du radium agissent énergiquement sur la peau; l'effet produit est analogue à celui qui résulte de l'action des rayons de Röntgen.

» On doit à MM. Walkoff et Giesel les premières observations de cette action (¹).

» M. Giesel a placé sur son bras, pendant deux heures, du bromure de baryum radifère enveloppé dans une feuille de celluloïd. Les rayons agissant au travers du celluloïd ont provoqué sur la peau une légère rougeur. Deux ou trois semaines plus tard, la rougeur augmenta, il se produisit une inflammation et la peau finit par tomber.

» M. Curie a reproduit sur lui-même l'expérience de M. Giesel en faisant agir sur son bras, au travers d'une feuille mince de gutta-percha, et pendant dix heures, du chlorure de baryum radifère, d'activité relativement faible (l'activité était 5000 fois celle de l'uranium métallique). Après l'action des rayons, la peau est devenue rouge sur une surface de 6^{cmq}; l'apparence est celle d'une brûlure, mais la peau n'est pas ou est à peine douloureuse. Au bout de quelques jours, la rougeur, sans s'étendre, se mit à augmenter d'intensité; le vingtième jour, il se forma des croûtes, puis une plaie que l'on a soignée par des pansements; le quarante-deuxième jour, l'épiderme a commencé à se reformer sur les bords, gagnant le centre, et, cinquante-deux jours après l'action des rayons, il reste encore à l'état de plaie une surface de 1^{cmq} qui prend un aspect grisâtre indiquant une mortification plus profonde.

» M. H. Becquerel, en transportant un petit tube scellé contenant quelques décigrammes de chlorure de baryum radifère très actif [activité 800000 fois celle de l'uranium (²)], a subi des actions du même ordre. La

(¹) Walkoff, *Photogr. Rundschau*, octobre 1900. — Giesel, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XXXIII, p. 3569.

(²) Les activités que nous citons sont celles que donne l'appareil de mesure de M. Curie. Elles permettent de classer et de caractériser les produits, mais le rayonnement du radium est si complexe que ces nombres n'ont pas de valeur absolue. Avec un autre dispositif expérimental on obtiendrait des nombres différents.

matière était enfermée dans un tube de verre scellé et occupait un volume cylindrique ayant environ 10^{mm} à 15^{mm} de hauteur sur 3^{mm} de diamètre; le tube, enveloppé de papier, était contenu dans une petite boîte de carton. Le 3 et le 4 avril, cette boîte a été placée à plusieurs reprises dans un coin d'une poche de gilet pendant un temps dont la durée totale peut être évaluée à six heures. Le 13 avril, on s'aperçut que le rayonnement, au travers du tube, de la boîte et des vêtements, avait produit sur la peau une tache rouge qui devint plus foncée les jours suivants, marquant en rouge la forme oblongue du tube et affectant une forme ovale de 6^{cm} de long sur 4^{cm} de large. Le 24 avril, la peau tombait, puis la partie la plus attaquée se creusa en se mettant à suppurer; la plaie fut soignée pendant un mois avec des pansements au liniment oléo-calcaire, les tissus mortifiés furent éliminés, et le 22 mai, c'est-à-dire quarante-neuf jours après l'action des rayons, la plaie se ferma, laissant une cicatrice dans la région qui marquait la place du tube.

» Pendant que l'on donnait des soins à cette brûlure, on vit apparaître, vers le 15 mai, une seconde tache rouge, oblongue, en regard de l'autre coin de la poche du gilet où avait été placée la matière active. L'action remontait, soit à la même date que plus haut, soit vraisemblablement au 11 avril, mais elle avait été de très courte durée, une heure au plus. L'érythème apparaissait donc trente-quatre jours au moins après l'action excitatrice; l'inflammation se développa, présentant l'aspect d'une brûlure superficielle; le 26 mai la peau commençait à tomber; soignée comme la première, cette brûlure paraît en voie de guérison plus rapide.

» Dans l'intervalle de ces observations, les 10, 11 et 12 avril, le même tube de matière active, enfermé dans un tube de plomb dont les parois avaient environ 5^{mm} d'épaisseur, a été conservé pendant quarante heures dans une autre poche de gilet et n'a produit jusqu'ici aucune action.

» Ajoutons encore que Mme Curie, en transportant dans un petit tube scellé quelques centigrammes de la même matière très active qui a donné les effets décrits ci-dessus, a eu des brûlures analogues, bien que le petit tube fût enfermé dans une boîte métallique mince. En particulier, une action ayant duré moins d'une demi-heure a produit au bout de quinze jours une tache rouge qui donna une ampoule semblable à celle d'une brûlure superficielle et mit ensuite quinze jours à guérir.

» Ces faits montrent que la durée de l'évolution des altérations varie avec l'intensité des rayons actifs et avec la durée de l'action excitatrice.

» En dehors de ces actions vives, nous avons eu sur les mains, pendant

les recherches faites avec les produits très actifs, des actions diverses. Les mains ont une tendance générale à la desquamation; les extrémités des doigts qui ont tenu les tubes ou capsules renfermant des produits très actifs deviennent dures et parfois très douloureuses; pour l'un de nous, l'inflammation des extrémités des doigts a duré une quinzaine de jours et s'est terminée par la chute de la peau, mais la sensibilité douloureuse n'a pas encore complètement disparu au bout de deux mois. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Changements de direction et de vitesse d'un courant d'air qui rencontre des corps de formes diverses.* Note de M. **Marey**.

« Depuis la Communication que j'ai eu l'honneur de faire devant l'Académie, le 27 mai 1900, j'ai reconnu que mes appareils devaient être entièrement reconstruits dans des conditions plus parfaites, mais les ressources de mon laboratoire ne me permettaient pas cette coûteuse réfection. Notre savant Correspondant M. Langley, qui veut bien s'intéresser à ces études, obtint de la Smithsoniam Institution, dont il est Secrétaire, un subside qui me permit de reprendre mes expériences et d'obtenir des résultats beaucoup plus précis. Pour présenter à l'Académie ces nouveaux résultats, j'ai attendu que M. le Professeur Hele-Schaw ait exposé lui-même ses remarquables expériences. Il m'a semblé utile de rapprocher deux genres de recherches qui ont un caractère commun : celui de fixer, en des images permanentes, des phénomènes qui échappent à l'observation directe.

» En outre, depuis ma dernière Note j'ai eu connaissance des travaux de M. L. Mach, travaux qui ont, avec les miens, des relations assez étroites et qu'il est nécessaire de signaler pour retracer l'évolution d'une méthode à peine naissante mais qui semble destinée à de nombreuses applications.

» C'est le 11 mars 1893 que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie mes premières études, faites au moyen de la Chronophotographie, sur les ondes liquides, sur les mouvements des molécules à l'intérieur de ces ondes, enfin sur les changements de vitesse et de direction des courants qui rencontrent des corps de formes diverses.

» Bientôt après M. L. Mach ([1]) signalait ses expériences sur la façon

([1]) *Academischen Anzeichner*, 1893.

dont se comporte un courant d'air dans des circonstances analogues; il a donné plus de développements à ce travail dans une Communication ultérieure (¹). Au moyen d'une turbine aspirante, l'auteur faisait passer un courant d'air continu dans un tuyau prismatique quadrangulaire d'une section de $18^{cm} \times 24^{cm}$. La face de ce tuyau tournée vers l'observateur était formée d'une glace transparente; la face opposée, noircie, formait un champ obscur; enfin une lampe à arc projetait sa lumière à l'intérieur du tuyau.

» M. Mach plaçait dans le courant d'air des corps de différentes formes faits de substances transparentes. Il recourait à divers moyens pour rendre visibles les mouvements de l'air qui se produisaient au voisinage de ces corps; tantôt il projetait dans le courant d'air de légers morceaux de papier de soie, tantôt il y lançait de fines poussières, y insufflait des fumées, ou y suspendait des fils de soie flexibles qu'entraînait le courant. Parfois il explorait la direction du mouvement de l'air au moyen de petites flammes de gaz qu'il portait en divers points de la surface des corps plongés dans le tuyau.

» Mais la méthode qui a donné à M. Mach les meilleurs résultats fut celle de Schlieren (²), qui consiste à rendre visibles les mouvements de certains filets d'air en changeant leur indice de réfraction. On y parvient en envoyant un courant d'air chaud dans de l'air plus froid. Les filets échauffés apparaissent alors, soit plus clairs, soit plus foncés que l'air environnant; un éclair de poudre de magnésium permet de photographier l'aspect du phénomène.

» Or les expériences de M. Mach ont donné des apparences tout à fait comparables à celles que j'avais obtenues pour les mouvements des liquides dans des circonstances semblables. Ainsi, en rencontrant des corps fusiformes, le courant d'air se divise, puis se reforme derrière eux en produisant peu de tourbillons. Les plans inclinés sous divers angles, les solides de formes variées agissent sur l'air comme sur l'eau.

» Enfin M. Mach mesurait la vitesse de ses courants d'air au moyen d'un anémomètre; il contrôla même les indications de cet instrument par une méthode acoustique imaginée par son père, le Professeur E. Mach. Une flamme vibrante de Kœnig, introduite dans le courant d'air, y donne

(¹) *Revue de l'Aéronautique et de la Physique de l'atmosphère*, 15ᵉ année, 6ᵉ livraison, juin 1896.

(²) Voir *Recueil des travaux scientifiques* de Léon Foucault. Paris, 1878.

l'apparence d'un chapelet de petits nuages qui se transportent en gardant leurs distances respectives; celles-ci, correspondant à des intervalles de temps connus, permettent de mesurer la vitesse du courant.

» M. Mach signale un défaut de fixité dans la direction des filets d'air qui présentaient des oscillations continuelles; l'auteur attribue ces mouvements à des changements dans la pression *aerodynamique*.

» Ces études m'étaient inconnues lorsque je présentai à l'Académie le résultat d'expériences où j'avais soumis à l'action de corps de diverses formes un courant d'air placé dans des conditions identiques à celles où j'avais étudié les courants de liquides. Pour suivre les mouvements de l'air, je me servais de filets de fumée qui, aspirés comme l'air lui-même par l'action d'un ventilateur, pénétraient, sans vitesse propre, dans le tube à parois de glaces. Air et fumée étaient filtrés à travers des toiles à mailles fines et cheminaient parallèlement à l'intérieur du tuyau, tant que le courant ne rencontrait pas d'obstacle. Ces expériences, comme celles de M. Mach, ont montré qu'aux vitesses employées l'air et les liquides se comportent sensiblement de la même manière.

» A ce moment M. Bertin, ingénieur de la Marine, me mit en relations avec son collègue de Liverpool, M. Hele-Shaw, qui depuis plusieurs années poursuivait des expériences sur le mouvement des liquides dans des espaces clos. Les images si nettes et si régulières que donne la photographie de filets de glycérine colorés montrent comment l'incompressibilité des liquides supprime les remous quand le mouvement se produit dans un espace inextensible, tandis que des remous ont toujours lieu, à des degrés divers, en aval des corps immergés dans un courant d'air, et même dans un liquide, s'il circule dans un canal ouvert.

» Dans la construction de mon nouvel appareil, la section du tuyau à air fut portée de $0^m,20$ à $0^m,50$, le nombre des filets de fumée de 20 à 58; les toiles filtrantes furent remplacées par des gazes de soie à mailles très égales; enfin j'introduisis dans mes expériences un système de chronographie qui permet de mesurer, *sur chacun des filets de fumée*, sa vitesse aux diverses phases de son parcours.

» A cet effet, la série de petits tubes qui amène sur la gaze filtrante les filets de fumée qui vont être aspirés est soumise à un ébranlement latéral qui se répète dix fois par seconde. Un trembleur électrique réglé à cette fréquence entretient ce mouvement vibratoire. Sous cette influence, les

fumées ne forment plus des lignes droites parallèles, mais des courbes sinusoïdales dont les inflexions se conservent pendant tout leur parcours. D'autre part, à l'intérieur du tuyau à air, une réglette de $0^m,20$ de longueur, située exactement dans le même plan que les filets de fumée, sert d'échelle pour mesurer l'espace parcouru par les molécules d'air en chaque dixième de seconde.

» Quelques exemples des résultats obtenus permettront d'apprécier les progrès réalisés dans la construction nouvelle.

» Lorsque nul obstacle n'entrave le courant d'air, les filets de fumée qui traversent le tube restent rectilignes et parallèles entre eux (*fig.* 1).

Fig. 1.

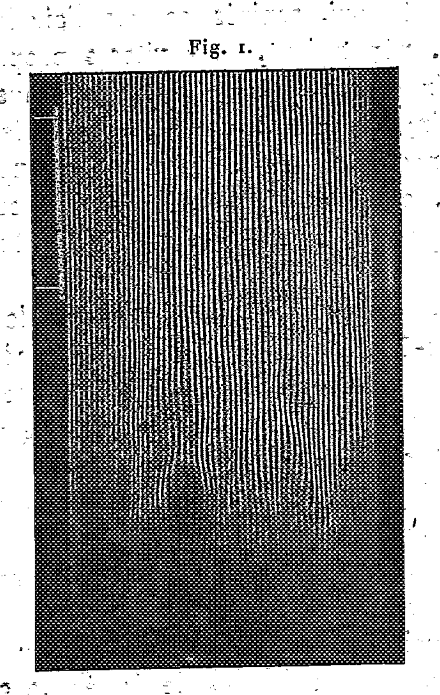
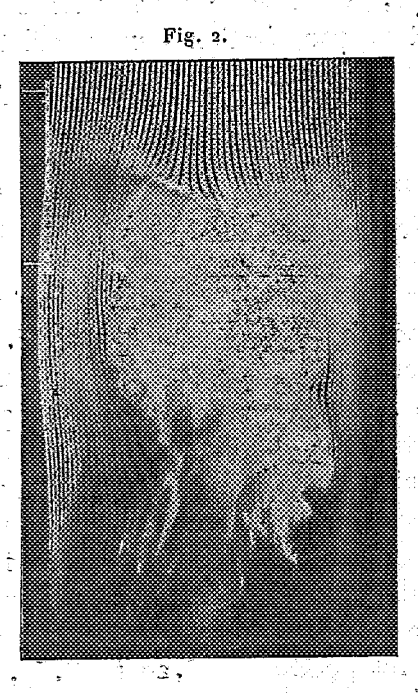


Fig. 2.



» Si l'on place dans le courant un plan incliné, les filets de fumée s'élargissent en le rencontrant (*fig.* 2), ce qui montre déjà qu'ils perdent de leur vitesse; ils suivent ensuite des directions opposées ; les uns remontent vers le bord supérieur du plan, les autres glissent les uns sur les autres sans se mélanger entre eux et s'écoulent par le bord inférieur.

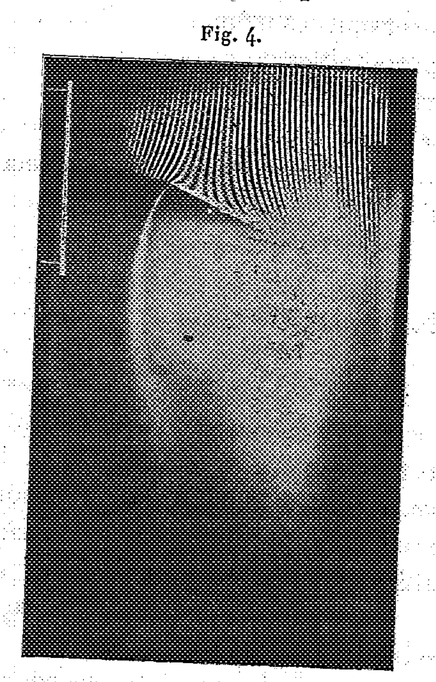
» De chaque côté de l'obstacle, ces filets de fumée continuent à cheminer, très serrés les uns contre les autres, et laissent derrière le plan incliné un vaste espace où l'air est immobile et ne présente qu'un nuage confus de

fumée. Cet espace où se font des remous ou tourbillons est d'autant plus large que l'obstacle au courant d'air est plus large lui-même.

» Pour connaître la vitesse du courant d'air aux divers points de son parcours, on répète l'expérience en imprimant aux tubes à fumée les vibrations dont nous avons parlé. Dès lors les filets, au lieu d'être rectilignes, présentent (*fig.* 3) une série d'inflexions latérales qui se conservent pendant toute la durée de leur parcours. Ces inflexions resteraient équidistantes si la vitesse du courant était la même en tous les points; mais, dans les régions où le courant se ralentit, les inflexions se montrent plus serrées : elles s'écartent, au contraire, les unes des autres quand le courant est rapide. Les espaces parcourus en un temps donné se mesurent au moyen de l'échelle métrique.

Fig. 3.

Fig. 4.



» Les figures qu'on vient de voir ont été obtenues à la lueur d'un éclair magnésique, c'est-à-dire en un temps si court que chaque filet de fumée apparaît comme s'il était immobile.

» Si l'éclairement durait plus longtemps, l'aspect de la figure changerait et donnerait l'état moyen du courant d'air ; c'est ce qu'on voit *fig.* 4, où l'éclairage, produit par la combustion prolongée d'un fil de magnésium, a duré sept secondes environ.

» On ne saurait énumérer les diverses applications de cette méthode, car on peut varier à l'infini la forme et les dimensions des corps plongés dans le courant d'air, augmenter ou diminuer la vitesse du courant.

» Dans aucun cas je n'ai constaté les soubresauts observés par M. L. Mach et qui déviaient alternativement le courant d'un côté ou de l'autre. Ces soubresauts tenaient peut-être à l'inégale répartition de la température dans l'air en mouvement.

» On considérera, je pense, comme une preuve de la précision de ma méthode ce fait que, si l'on répète deux fois de suite une expérience, en conservant les mêmes conditions, les images obtenues sont identiques et superposables entre elles pour tous les points qui ne sont pas situés dans la région des remous.

» Je crois pouvoir ajouter que cette méthode donnera la solution expérimentale de divers problèmes relatifs aux appareils propulseurs dans les fluides, aux questions de ventilation, etc. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur l'érosion régressive dans la chaîne des Andes.* Note de M. DE LAPPARENT.

« Parmi les notions relativement nouvelles, dont la Géographie physique s'est enrichie, il n'en est pas de mieux établie que celle de l'*érosion régressive*, c'est-à-dire de la régularisation qui s'opère, de l'aval à l'amont, dans le profil d'équilibre des cours d'eau, sous la protection d'un niveau de base suffisamment fixe.

» En vertu du principe de la moindre action, cette courbe d'équilibre doit être tangente à l'horizontale du niveau de base et dessiner une ligne, concave vers le ciel, dont la courbure ne doit devenir sensible, pour un cours d'eau important, que dans le voisinage même de ses sources. Si donc le relief général de la contrée est prononcé dès la côte maritime, les rivières devront, de toute nécessité, y entailler des gorges profondes et le travail de régularisation du profil pourra les entraîner à creuser leur lit beaucoup au delà de la principale crête orographique.

» Nulle part cette loi ne rencontre une application plus remarquable que dans la traversée de la partie méridionale des Andes, entre le Chili et la République Argentine. La chaîne des Andes se dressant tout contre la côte chilienne, jusqu'à des hauteurs de 2000^m à 3000^m, et les précipitations atmo-

sphériques étant extrêmement abondantes sur cette partie du versant occidental, les cours d'eau aboutissant au Pacifique disposent d'une puissance d'érosion considérable, qui leur permet d'arriver, plus rapidement que d'autres, à la conquête de leur profil d'équilibre. Aussi, plusieurs d'entre eux, dans ce travail, ont-ils notablement dépassé la crête andine, conquérant au profit du Pacifique de grands espaces situés sur le versant atlantique. C'est ainsi qu'à l'est de la principale crête, on observe une série de lacs, qui tous, à l'origine, étaient des vallées tributaires de l'Atlantique, et dont plusieurs sont aujourd'hui, en totalité ou en partie, conquis au versant pacifique.

» La belle Publication faite par M. Moreno, au nom de la Commission argentine de délimitation des frontières (1), fait ressortir un grand nombre de ces exemples et établit, entre autres, des faits de capture très curieux, dont certains cours d'eau ont été récemment affectés. Il en est un qui me semble devoir être ici l'objet d'une mention particulière; car il prouve à quel point peut devenir insignifiant le rôle de ces *lignes de partage*, que leur constante migration vers l'est a forcées de s'établir, sur le versant patagonien, au milieu de plaines sans relief, composées de matériaux glaciaires et d'alluvions, autrefois descendus de la grande chaîne.

» Tout près de la rivière Deseado, tributaire de l'Atlantique, coule une petite rivière appelée *Fénix*, laquelle, après s'être approchée du Deseado, tourne brusquement dans une direction opposée, pour aller se jeter dans le lac Buenos-Ayres (2). Or, après avoir constaté que, au delà du coude, un espace marécageux, trace évidente d'un ancien lit, prolonge le cours supérieur du Fénix, M. Moreno a pu, en 1898, ramener cette rivière dans le lit abandonné. Il a suffi d'employer, pendant huit jours, une équipe de six terrassiers et de leur faire creuser une tranchée de moins de 1500^{mc}, à travers les éboulements de matières meubles qui avaient entravé le Fénix et facilité sa capture au profit du lac. Deux mois après l'achèvement de ce travail, les eaux du Fénix étaient définitivement reconquises au profit de l'Atlantique.

» La ligne de partage entre cet Océan et le Pacifique, telle qu'elle existe

(1) *Argentine-Chilian-Boundary*, London, 1900.

(2) Ces indications peuvent être facilement suivies sur la belle Carte de l'Amérique du Sud que les *Annales de Géographie* viennent de publier, dans leur numéro du 15 mai 1901, à l'occasion de l'article où M. L. Gallois a résumé les découvertes de la mission dont M. Francisco Moreno était le chef.

aujourd'hui, ne constitue donc plus un trait géographique proprement dit. Essentiellement indécise et instable, elle serpente, sur plus de huit degrés de latitude, en pays souvent plat, à l'est de la crête andine, dont elle s'écarte parfois de plus de 200^{km}, établissant ainsi une véritable contradiction entre les bassins hydrographiques et les divisions fondées sur l'orographie. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les tellurures d'or et d'argent de la région de Kalgoorlie (Australie occidentale).* Note de M. **Ad. Carnot.**

« On a beaucoup remarqué, à l'Exposition universelle de 1900, les riches minerais d'or et, en particulier, les magnifiques spécimens de tellurures, que la Commission de l'Australie occidentale a présentés dans son pavillon du Trocadéro.

» Ces minerais tellurés ont été fournis principalement par les champs d'or (*Gold fields*) de Coolgardie-Est ou *Kalgoorlie*, situés dans le district de l'Est de la *Western Australia*.

» M. Holroyd, représentant de la Commission, a eu l'obligeance de m'offrir, pour le musée de l'École supérieure des Mines, quelques échantillons de ces tellurures, en me priant de lui en donner une analyse détaillée. Je m'y suis prêté avec plaisir, d'autant plus que je n'avais eu jusqu'ici aucune occasion d'analyser de semblables minerais.

» Le district aurifère de Kalgoorlie a été découvert en 1893; mais on n'a reconnu tout d'abord que des placers superficiels; plus tard, on a trouvé les tellurures et c'est surtout en 1899 que les mines ont pris un grand développement. Elles ont été décrites dans deux Mémoires publiés dans les *Annales des Mines* en 1899 (1) et 1901 (2).

» Les minerais tellurés paraissent former des filons presque verticaux, à remplissage quartzeux, d'orientation nord-ouest, dans une bande de terrain large de 250^m à 300^m. Ces veines sont interstratifiées dans des amphibolites schisteuses, auxquelles dans le pays on donne communément le nom de *diorites*. Les minerais sont très altérés dans les niveaux supérieurs et le métal précieux s'y trouve, en général, à l'état d'or libre, tandis que, lorsqu'on descend jusqu'au niveau hydrostatique, les épontes sont plus nettes et les métaux sont à l'état de tellurures non décomposés.

(1) M. Gascuel, *Notes sur les champs d'or de Coolgardie.*
(2) M. Kuss, *L'industrie minière de l'Australie occidentale.*

» Ce sont ces tellurures qui constituent la collection offerte par M. Holroyd. Ils m'ont été remis dans six petits tubes de verre, numérotés de 1 à 6. Les fragments contenus dans le tube n° 1 viennent de la mine *Lake View Consols;* les autres sont tous marqués comme extraits de la mine *Great Boulder Proprietary;* mines qui sont, l'une et l'autre, situées dans le voisinage de la ville de Kalgoorlie. J'ignore si les fragments réunis sous un même numéro proviennent d'un seul et même endroit ou de gîtes différents; mais j'ai remarqué que, dans un même tube, ils n'avaient pas tous le même aspect et la même couleur. Aussi ai-je cru devoir prendre la précaution d'analyser séparément les fragments d'apparence différente, lorsque la quantité de matière le permettait. Je fus ainsi conduit à faire neuf analyses distinctes, dont voici les résultats.

	N° 1.	N° 2.		N° 3.	
		(a).	(b).	(a).	(b).
Te	60,45	56,55	53,70	32,33	33,00
Au	29,85	23,15	27,75	24,16	23,42
Ag	9,18	16,65	13,60	41,22	41,37
Hg	»	3,10	3,70	2,00	2,26
Cu	0,15	0,10	0,25	0,10	0,16
Ni	0,10	»	»	»	»
Fe	»	traces	traces	»	»
Sb	»	0,20	0,15	»	»
	99,73	99,75	99,15	99,81	100,21

	N° 4.	N° 5.	N° 6.	
			(a).	(b).
Te	60,30	51,13	31,58	41,11
Au	33,90	37,06	23,58	26,10
Ag	4,82	4,71	43,31	30,43
Hg	»	3,70	0,88	0,70
Cu	0,63	0,88	0,20	0,60
Fe	traces	0,90	traces	0,40
Sb	»	1,20	0,30	0,80
	99,65	99,58	99,85	100,14

» N° 1. — Le premier lot de tellurures était fort exigu; j'ai dû procéder avec un extrême ménagement pour en conserver 1gr environ, destiné à servir de type. Ce tellurure se distingue de tous les autres par un clivage net et brillant et une cassure inégale dans la même direction; la structure est un peu fibreuse et conchoïdale dans les autres sens. Le clivage a un

éclat métallique et une couleur blanc d'argent, tandis qu'ailleurs elle est plutôt gris d'acier.

» D'après l'analyse, le rapport moléculaire du tellure aux métaux est de 4,72 pour 2,38. La composition moléculaire est donc exprimée très exactement par la formule

$$(Au, Ag)Te^2.$$

Or cette formule est celle adoptée pour la *Sylvanite* d'Offenbanya. Les proportions relatives d'or et d'argent sont sensiblement les mêmes que dans le tellurure de Transylvanie.

» N° 2. — Les fragments du deuxième lot ne montrent que par exception des indices de clivages plans; la cassure est presque partout conchoïdale. La couleur est, suivant les morceaux, gris de fer ou gris jaune tirant sur le bronze. Cette diversité même m'a décidé à faire séparément l'analyse de deux fragments; mais les résultats se sont trouvés peu différents, comme on peut le voir au Tableau ci-dessus.

» Il y a seulement substitution entre des proportions correspondantes d'or et d'argent, d'où paraissent résulter les différences de coloration observées. Quant au rapport du tellure à l'ensemble des métaux, il reste à peu près constant (4,19 et 4,41 pour 2,85 et 2,87). La composition moléculaire répond donc à la formule

$$(Au, Ag, Hg)^2 Te^3.$$

» Cette composition ne semble pas avoir été observée jusqu'ici dans d'autres tellurures. Les échantillons de Great Boulder constituent donc une espèce nouvelle, caractérisée par la formule d'un sesquitellurure en même temps que par la présence des trois métaux : or, argent, mercure.

» Je propose de donner à cette espèce, à raison de son origine, le nom de *Coolgardite*.

» N° 3. — Les fragments compris sous le n° 3 sont tous d'apparence semblable : ils ne sont pas cristallisés et n'ont aucun clivage plan, mais des cassures largement conchoïdales. La couleur est gris d'acier foncé, passant au noir de fer après un certain temps. Le minéral se brise et se pulvérise très aisément.

» L'analyse faite sur deux fragments a donné des résultats à peu près identiques. Les rapports moléculaires ont été trouvés de 2,53 et 2,58 de tellure pour 5,15 et 5,13 des trois métaux réunis (or, argent et mercure). La formule de composition est donc

$$(Au, Ag, Hg)^2 Te.$$

» La *Petzite*, depuis longtemps connue, répond à la même formule, sauf que ni les analyses de Petz et de Genth sur les échantillons de Transylvanie et du Colorado, ni celles de Rickard sur ceux de l'Australie n'ont mentionné la présence du mercure.

» Pittmann [1], au contraire, a indiqué (d'après une analyse de Mingaye) 10,86 pour 100 de mercure dans un échantillon venant de Kalgoorlie et a donné à ce minéral le nom de *Kalgoorlite*, en lui attribuant la formule de composition

$$Au^2Ag^6HgTe^6.$$

Mes analyses ont nettement établi la présence du mercure, mais dans une proportion beaucoup moindre. Néanmoins, pour ne pas multiplier inutilement les variétés minérales, je crois pouvoir attribuer le nom de *Kalgoorlite* au minéral que j'ai analysé.

» N° 4. — Le minéral est gris légèrement jaunâtre avec quelques portions plus foncées, d'un gris noirâtre. La cassure est conchoïdale et, en même temps, un peu inégale, mais sans clivage proprement dit. D'après l'analyse, la composition moléculaire est bien représentée par la formule

$$(Au, Ag)Te^2,$$

qui est celle de la Sylvanite; mais la proportion d'argent est beaucoup moindre dans ces échantillons que dans ceux d'Offenbanya et de Lake View Consols, tandis qu'ils contiennent, au contraire, plus d'or et un peu de cuivre. On peut assimiler ce minéral à la variété gris jaune ou jaune de bronze, sans structure cristalline, trouvée à Calaveras Co., analysée par Genth et nommée *Calavérite*, variété qui présente la même formule moléculaire : $(Au, Ag)Te^2$.

» N° 5. — Les fragments compris sous ce numéro sont d'un gris jaunâtre, avec cassure conchoïdale, montrant comme des feuillets courbes. La composition chimique est celle d'un tellurure complexe où l'on remarque la présence simultanée du mercure et de l'antimoine en quantités assez notables. La composition moléculaire correspond à

$$(Au, Ag, Hg, Cu, Fe, Sb)^2Te^3 \quad \text{ou, plus simplement} \quad (Au, Ag, Hg)^2Te^3.$$

Elle se rapproche donc de celle du sesquitellurure que nous avons déjà

(1) *Records Geol. Survey New South Wales*, V, p. 203; 1898.

rencontré sous le n° 2 et que nous avons appelé *Coolgardite;* mais l'argent y est en proportion beaucoup moindre ; il y a plus d'or et de métaux divers.

» N° 6. — Les échantillons du n° 6 sont d'une teinte gris noir. Ils sont beaucoup plus volumineux, en général, que les précédents, mais ressemblent à un agrégat de petits éléments, sans faces, ni cassures conchoïdales un peu étendues. Leur éclat métalloïde et leur cassure inégale et conchoïdale en petit rappellent l'aspect de certaines anthracites. Les fragments ont d'ailleurs souvent l'apparence d'un agrégat confus.

» Les deux échantillons soumis à l'essai et dont l'analyse figure au Tableau général ont fourni des résultats sensiblement différents, qui correspondent, pour l'un (*a*) à la formule $(Au, Ag)^2 Te$, pour l'autre (*b*) à la formule $(Au, Ag)^4 Te^3$.

» Le premier paraît se rapporter au type de la *Kalgoorlite*. Le second semble devoir être considéré comme un mélange de variétés diverses, ce qui n'a pas lieu de surprendre pour un minéral d'aspect confus et qui ne possède aucun caractère cristallin.

» L'analyse permet d'y voir un agrégat des deux variétés de tellurures, que j'ai désignées plus haut sous les noms de *Kalgoorlite* (n° 3) et de *Coolgardite* (n°s 2 et 5).

» En résumé, les échantillons de tellurures de l'Australie occidentale, dont j'ai donné plus haut les analyses, se rapportent aux variétés suivantes :

» La *Sylvanite,* bitellurure d'or et d'argent $(Au, Ag)Te^2$, à texture cristalline (échantillon n° 1);

» La *Calavérite,* bitellurure analogue au précédent, mais beaucoup moins cristallin et contenant une moindre proportion d'argent (échantillon n° 4):

» La *Coolgardite* ou sesquitellurure d'or, argent et mercure

$$(Au, Ag, Hg)^2 Te^3,$$

avec proportions variables de l'or et de l'argent, qui se substituent l'un à l'autre dans une large mesure [échantillons n° 2 (*a* et *b*) et n° 5];

» La *Kalgoorlite* $(Au, Ag, Hg)^2 Te$, où les proportions relatives des métaux sont également variables [échantillons n° 3 (*a* et *b*) et n° 6 (*a*)]. L'échantillon 6 (*b*) paraît être un agrégat des deux dernières variétés, la Kalgoorlite et la Coolgardite. »

MÉCANIQUE. — *Sur les ondes longitudinales et transversales dans les fluides parfaits.* Note de M. **P. Duhem.**

« En étudiant les petits mouvements soit des solides isotropes, soit des fluides, Poisson et Cauchy ont prouvé que ces corps ne pouvaient propager que des ondes exclusivement longitudinales ou que des ondes exclusivement transversales; les deux vitesses de propagation sont d'ailleurs différentes; dans les fluides, la vitesse de propagation des ondes transversales est nulle. Ces propositions s'étendent-elles aux mouvements finis? M. Hadamard [1] a prouvé qu'elles ne s'étendaient pas aux mouvements finis des solides isotropes; nous allons prouver, au contraire, qu'elles sont toujours vraies pour les fluides parfaits, et cela *sans supposer que les actions sont newtoniennes et sans faire aucune restriction relative à la loi de compressibilité ou à la relation supplémentaire*. L'analyse qui nous conduira à ce résultat est celle d'Hugoniot, convenablement interprétée et complétée; on peut prendre pour point de départ soit les équations d'Euler, soit les équations de Lagrange; ici, nous prendrons les premières.

» I. Un *lemme* nous sera utile. Soit S une onde de premier ordre pour une fonction f, dont f_1, f_2 sont les deux déterminations; soient α, β, γ les cosinus de la normale menée vers le côté 2; posons $F = f_1 - f_2$; s'il y a propagation avec la vitesse a, il existe une grandeur $\mathfrak{F}$ telle que, sur l'onde,

$$(1) \qquad \frac{\partial F}{\partial x} = \alpha\mathfrak{F}, \qquad \frac{\partial F}{\partial y} = \beta\mathfrak{F}, \qquad \frac{\partial F}{\partial z} = \gamma\mathfrak{F}, \qquad \frac{\partial F}{\partial t} + a\mathfrak{F} = 0.$$

» L'égalité

$$\frac{dF}{dt} = \frac{\partial F}{\partial t} + u\frac{\partial F}{\partial x} + v\frac{\partial F}{\partial y} + w\frac{\partial F}{\partial z}$$

devient, sur l'onde,

$$(2) \qquad \frac{dF}{dt} = (\alpha u + \beta v + \gamma w - a)\mathfrak{F}.$$

» II. Soient u, v, w, ρ, Π, T, les variables d'Euler. Pour ces variables, les quantités analogues à F et $\mathfrak{F}$ seront désignées par

$$\begin{matrix} U, & V, & W, & R, & P, & \tau, \\ \mathfrak{U}, & \mathfrak{V}, & \mathfrak{W}, & \mathfrak{R}, & \mathfrak{P}, & \mathfrak{T}, \end{matrix}$$

---

[1] HADAMARD, *Bulletin de la Société mathématique de France*, t. XXIX, 1901.

en sorte que l'on aura, sur l'onde,

$$(3)\qquad \Theta = \alpha\mathfrak{U} + \beta\mathfrak{V} + \gamma\mathfrak{W}.$$

» Sur l'onde, l'équation de continuité donne

$$(4)\qquad \frac{d\mathrm{R}}{dt} + \rho\Theta = 0,$$

et les équations du mouvement donnent

$$(5)\qquad \frac{\partial \mathrm{P}}{\partial x} + \rho\frac{d\mathrm{U}}{dt} = 0, \qquad \frac{\partial \mathrm{P}}{\partial y} + \rho\frac{d\mathrm{V}}{dt} = 0, \qquad \frac{\partial \mathrm{P}}{\partial z} + \rho\frac{d\mathrm{W}}{dt} = 0.$$

» Moyennant le lemme (1) et l'égalité (2), les égalités (4) et (5) deviennent

$$(4\ bis)\qquad (\alpha u + \beta v + \gamma w - a)\mathfrak{R} + \rho(\alpha\mathfrak{U} + \beta\mathfrak{V} + \gamma\mathfrak{W}) = 0,$$

$$(5\ bis)\qquad \begin{cases} \mathfrak{P}\alpha + \rho(\alpha u + \beta v + \gamma w - a)\mathfrak{U} = 0, \\ \mathfrak{P}\beta + \rho(\alpha u + \beta v + \gamma w - a)\mathfrak{V} = 0, \\ \mathfrak{P}\gamma + \rho(\alpha u + \beta v + \gamma w - a)\mathfrak{W} = 0. \end{cases}$$

» Les équations (5 *bis*) donnent

$$(6)\qquad \mathfrak{P} + \rho(\alpha u + \beta v + \gamma w - a)(\alpha\mathfrak{U} + \beta\mathfrak{V} + \gamma\mathfrak{W}) = 0,$$

$$(7)\qquad \mathfrak{P}(\alpha\mathfrak{U} + \beta\mathfrak{V} + \gamma\mathfrak{W}) + \rho(\alpha u + \beta v + \gamma w - a)(\mathfrak{U}^2 + \mathfrak{V}^2 + \mathfrak{W}^2) = 0.$$

» III. Supposons, en premier lieu, que l'on ait

$$(8)\qquad \frac{d\mathrm{R}}{dt} = 0,$$

ce qui aura forcément lieu si le fluide est incompressible; (3) et (4) donneront

$$(9)\qquad \alpha\mathfrak{U} + \beta\mathfrak{V} + \gamma\mathfrak{W} = 0.$$

L'onde sera transversale; (6) donnera

$$(10)\qquad \mathfrak{P} = 0.$$

Si $(\alpha u + \beta v + \gamma w - a)$ n'était pas nul, (4 *bis*) et (7) donneraient

$$\mathfrak{R} = 0, \qquad \mathfrak{U} = 0, \qquad \mathfrak{V} = 0, \qquad \mathfrak{W} = 0.$$

» Il n'y aurait pas d'onde; on ne peut donc voir une onde transversale se propager dans le fluide, à moins que l'on ait

$$(11)\qquad \alpha u + \beta v + \gamma w - a = 0.$$

Les points matériels qui, à un instant donné, sont sur le front de l'onde, y demeurent sans cesse.

» IV. Réciproquement, les ondes transversales sont les seules qui jouissent de cette propriété, car, en vertu de l'égalité (4 *bis*), l'égalité (11) entraîne l'égalité (9).

» V. Supposons maintenant que les égalités (8), (9) et (11), dont chacune entraîne les trois autres, n'aient pas lieu; on ne peut avoir à la fois $\mathfrak{U} = 0$, $\mathfrak{V} = 0$, $\mathfrak{W} = 0$, car l'égalité (9) serait vérifiée. L'égalité (7) donne donc $\mathfrak{P} \gtrless 0$ et les égalités (5 *bis*) donnent les égalités

$$\frac{\mathfrak{U}}{\alpha} = \frac{\mathfrak{V}}{\beta} = \frac{\mathfrak{W}}{\gamma},$$

qui caractérisent les ondes longitudinales.

» *Si une onde propagée par un fluide parfait n'est pas transversale, elle est longitudinale; dans ce cas, sa vitesse ne peut pas être donnée par l'égalité* (11).

» VI. Les égalités (4 *bis*) et (6) donnent

$$\mathfrak{P} - (\alpha u + \beta v + \gamma w - a)^2 \mathfrak{R} = 0$$

ou bien, pour les ondes longitudinales, qui ne sauraient vérifier l'égalité (11),

$$(12) \qquad \frac{dP}{dt} - (\alpha u + \beta v + \gamma w - a)^2 \frac{dR}{dt} = 0.$$

D'autre part, en gardant les notations que nous avons employées ailleurs ([1]), l'équation de compressibilité et de dilatation donne

$$(13) \qquad \frac{dP}{dt} - J\frac{dR}{dt} - \rho^2 \frac{\partial^2 \zeta(\rho, T)}{\partial\rho\, \partial T} \frac{d\tau}{dt} = 0.$$

» Les égalités (12) et (13) donnent

$$(14) \qquad [(\alpha u + \beta v + \gamma w - a)^2 - J]\frac{dR}{dt} - \rho^2 \frac{\partial^2 \zeta(\rho, T)}{\partial\rho\, \partial T} \frac{d\tau}{dt} = 0.$$

» VII. *Si le coefficient de conductibilité n'est pas nul*, on démontre sans peine qu'une onde du premier ordre pour les fonctions u, v, w, Π, ρ, ne peut être qu'onde du second ordre pour la température T. On a donc,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 292.

dans ce cas, $\frac{d\tau}{dt} = 0$ et l'égalité (14) donne la relation

$$(15) \qquad (\alpha u + \beta v + \gamma w - a)_1^2 - J = 0,$$

que l'on restreint habituellement aux mouvements isothermiques.

» VIII. *Si le coefficient de conductibilité est nul,* le mouvement de chaque élément est isentropique; on a alors

$$\frac{d\tau}{dt} = - \frac{\frac{\partial^2 \zeta}{\partial \rho \, \partial T}}{\frac{\partial^2 \zeta}{\partial T^2}} \frac{dR}{dt}$$

$$(16) \qquad (\alpha u + \beta v + \gamma w - a)_2^2 - J + \rho^2 \frac{\left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial \rho \, \partial T}\right)^2}{\frac{\partial^2 \zeta}{\partial T^2}} = 0.$$

» IX. La comparaison des égalités (15) et (16) aux relations que nous avons établies ailleurs ([1]) donne la relation

$$(17) \qquad \frac{(\alpha u + \beta v + \gamma w - a)_2^2}{(\alpha u + \beta v + \gamma w - a)_1^2} = \frac{C}{c},$$

qui généralise une proposition célèbre de Laplace.

» Toutes ces considérations s'étendent sans peine aux ondes dont l'ordre surpasse l'unité. »

MÉMOIRES LUS

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Contribution à l'étude théorique et expérimentale des veines liquides déformées par des obstacles et à la détermination des lignes d'induction d'un champ magnétique.* Note de M. **H.-S. Hele-Shaw.**

« En présentant à l'Académie des Sciences mes travaux de ces dernières années, j'ai l'honneur d'offrir à la Station physiologique et au Conservatoire des Arts et Métiers des spécimens des appareils placés sur cette table. En les utilisant pour quelques expériences, je pourrai en faire l'historique et en montrer l'utilité dans le triple domaine de l'Hydraulique, du Magnétisme et de l'Électricité.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 292.

» L'analyse a permis de calculer, pour un fluide non visqueux, la forme des veines du courant lorsqu'il rencontre un corps immergé, mais on n'avait jamais cru possible de vérifier expérimentalement les résultats théoriques, car on ne connaît pas de fluide non visqueux incompressible. De même, on n'aurait guère pensé qu'il serait possible de pouvoir faire la projection optique des lignes de force d'un champ magnétique où l'on place des corps paramagnétiques ou diamagnétiques et encore moins de suivre dans l'intérieur de ces corps la position, la direction et la trajectoire du courant électrique.

» Grâce aux appareils que voici, je vais démontrer qu'on peut utiliser pour toutes ces expériences des liquides visqueux et que les photographies des veines liquides corroborent, pour les courants maintenus dans un canal à deux dimensions, la justesse des déductions théoriques. De plus, ces expériences font connaître la forme des veines fluides dans un grand nombre de cas qui échappent au calcul.

» Mes expériences sur le mouvement des fluides dans des conduites de différentes formes se partagent en trois étapes successives. En 1897, j'ai commencé par l'étude du mouvement des fluides, notamment de l'eau circulant entre deux lames de verre et rencontrant dans son trajet des obstacles de formes variées.

» J'ai remarqué tout à fait accidentellement qu'un mélange d'air et d'eau permet, par la division de l'air en une multitude de sphères très petites, de suivre assez exactement le mouvement des différentes veines liquides constituant le mouvement aqueux, surtout lorsque le mouvement de l'eau est assez rapide et tumultueux. La photographie d'une de ces expériences a démontré la loi générale suivante : C'est que, dans tous les cas, le contour des obstacles présente, malgré la violence du courant, une ligne d'eau transparente et exempte de globules d'air.

» J'ai utilisé, pour obtenir cette photographie, les remarquables procédés de votre éminent confrère, M. Marey, qui avait cherché cette solution par de petites sphères entraînées par le courant.

» Cette première observation m'a conduit directement à faire l'étude du courant liquide entre deux lames de verre parallèles, ce qui permet de préciser avec plus de netteté la direction que prennent les différents filets liquides.

» La deuxième phase de mes expériences a consisté à remplacer le mouvement turbulent et rapide de l'eau par celui, beaucoup plus lent, d'un liquide visqueux obligé de circuler entre deux lames de verre planes très

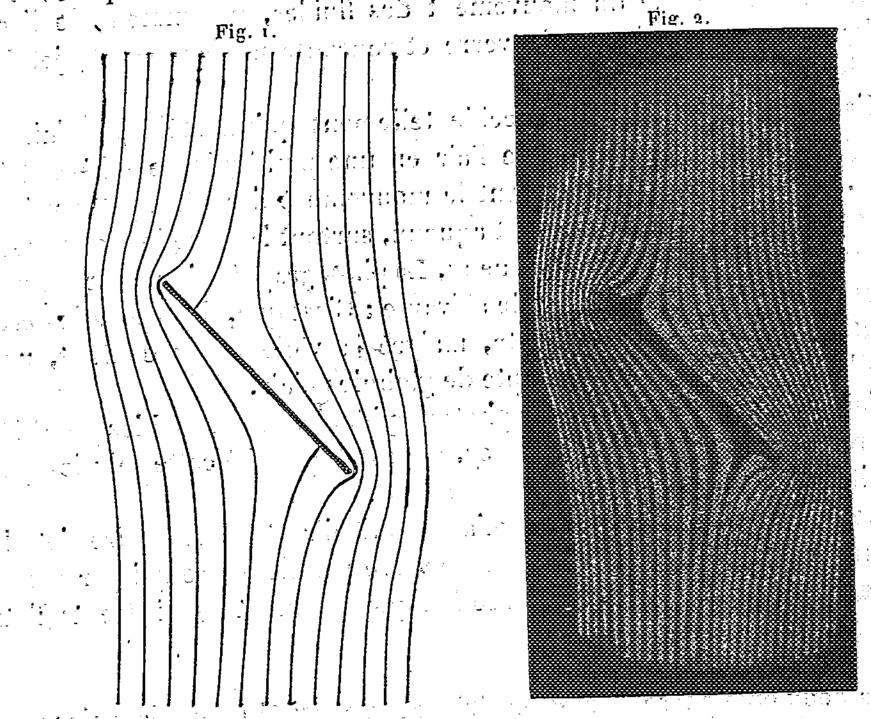
rapprochées. Dans l'instrument que j'ai construit spécialement pour cela, je fais sortir le courant liquide par une série de petits trous très fins et très rapprochés. Je colore le même liquide en rouge ou en bleu et je fais sortir, par tous les trous portant un numéro d'ordre pair, le liquide incolore, et par tous les trous de rangs impairs le liquide coloré.

» Les deux liquides, coloré et clair, sont soumis à la même pression due à la compression d'une certaine masse d'air dans deux siphons, où ils sont placés. Les traits rouges et blancs équidistants représentent avec une grande précision les filets liquides, la couleur ne modifiant pas la viscosité.

» En introduisant entre ces deux lames de verre des corps de différentes formes, on peut comparer, pour un courant astreint à cheminer dans un canal à deux dimensions, les résultats de l'analyse à ceux de l'expérience.

» J'ai commencé par contrôler le résultat des formules approximatives d'un courant obligé de rencontrer, dans sa marche entre deux bords parallèles, un cylindre.

» La *fig.* 1 représente l'ensemble des filets liquides tels qu'ils sont tracés comme expression de la formule hydrodynamique.



» La *fig.* 2 représente la photographie des filets liquides tels qu'ils se présentent dans l'expérience.

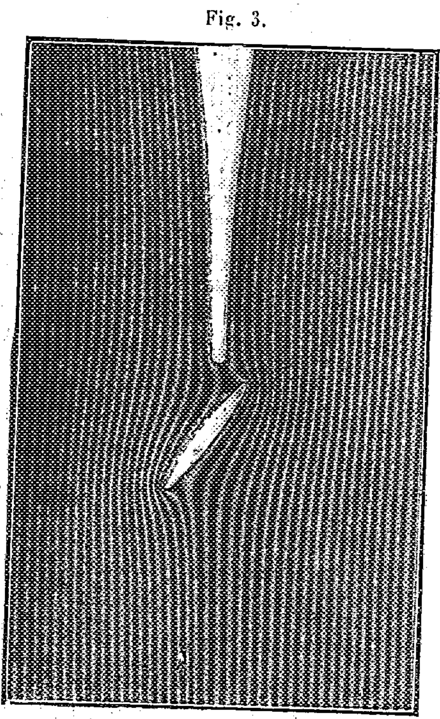
» L'accord est complet. En calculant et en mesurant la position respective de chaque filet liquide, on ne relève aucune différence appréciable.

» Une intéressante expérience, qui corrobore pleinement ce que je viens de dire, a été une reproduction d'un cas pris dans l'hydrodynamique de Lamb (1895).

» Dans ce cas, la photographie du phénomène expérimental a montré d'une façon étonnante la vérité des déductions théoriques.

» Dans la *fig.* 3, j'ai utilisé cette méthode pour calculer la poussée de l'eau contre un gouvernail compensé pendant que le bateau chemine à différentes vitesses et sous différents changements de l'angle de marche. Aucune méthode d'analyse mathématique n'aurait permis la solution de ce problème, qui consiste à déterminer exactement dans chaque cas la position du centre de pression de l'eau sur le gouvernail.

Fig. 3.



» La troisième phase de mes expériences a consisté à rapprocher, théoriquement et expérimentalement, les phénomènes du magnétisme avec le mouvement des fluides.

» La photographie du diagramme permet de démontrer expérimenta-

lement les lignes de force que Clerk Maxwell avait depuis plusieurs années déjà tracées par le calcul.

» Il est, en effet, évident que si, dans l'espace très mince, on introduit un corps étranger transparent plus mince encore que l'espace qui sépare les deux lames de verre parallèles, on forcera les filets liquides à suivre des directions nouvelles et qui représentent les courants dérivés du courant principal; celles-ci peuvent être fixées par la photographie.

» La possibilité d'obtenir ainsi des champs magnétiques susceptibles d'être photographiés m'a paru d'une telle importance que j'ai immédiatement cherché à reproduire les phénomènes de la perméabilité magnétique des corps par l'étude des veines liquides forcées de traverser des canaux très petits parallèles au courant principal et représentant, en fait, les perméabilités que rencontrent les courants électriques.

» Il est clair que, si nous creusons, dans ces corps étrangers introduits dans le courant, des cavités de formes variées, la section de ces canaux devenant plus grande, la résistance du courant diminuera; nous aurons donc, suivant les cas, tantôt un champ moins conducteur, tantôt un champ plus conducteur, et la direction des veines liquides dans ces différents cas nous renseignera sur les lignes de plus grande conductibilité.

» Lors de mes premières recherches, la ressemblance entre les lignes de force et la direction des courants dérivés était surprenante; mais il a fallu deux ans de travail pour me permettre, avec la collaboration de mon collègue Alfred Hay, de démontrer que cette coïncidence n'était point accidentelle, mais théoriquement obligatoire.

» Il était nécessaire de déterminer la viscosité relative des fluides que nous employions. Nos expériences furent faites sur la glycérine et l'eau; la glycérine est d'une plus grande viscosité que l'eau.

» Une autre difficulté consistait à trouver différents corps translucides permettant de créer les formes dans le courant, tout en mesurant la viscosité spéciale de ces corps par rapport au liquide dont on se servait.

» Les corps que nous avons trouvés comme remplissant le mieux les conditions du problème ont été le celluloïd et le verre en lamelles telles qu'elles servent pour les préparations microscopiques; nous avons usé plus tard de la paraffine; enfin nous avons taillé avec une machine spéciale des formes en paraffine très mince, selon les conditions géométriques nécessaires.

» Nous avons ainsi fabriqué toute une série de cylindres elliptiques pour étudier, sur une très large échelle, les cas les plus variés des différentes

perméabilités. Les cylindres elliptiques étaient creusés dans les lamelles de paraffine pour la recherche des lignes de force dans les corps paramagnétiques.

» Grâce à ces procédés expérimentaux, nous avons eu le bonheur de démontrer, de la façon la plus absolue et la plus concluante, la parfaite concordance entre les lignes de force magnétiques et les courants dérivés des veines liquides.

» Un des cas les plus frappants par lequel nous avons pu démontrer l'exactitude de nos conclusions expérimentales est celui d'un cylindre elliptique placé dans un champ magnétique.

» Les deux axes du cylindre étaient dans le rapport 3 : 1, et la perméabilité de ce cylindre comparée avec celle du plan magnétique général était dans le rapport de 100 à 1. J'ai les images, dont l'une est théorique et l'autre la photographie de l'expérience; elles semblent calquées l'une sur l'autre. Dans le cas des cylindres on voit, aussi bien dans le diagramme théorique que dans celui qui provient de l'expérience, que la ligne centrale est noire et qu'il est impossible de suivre dans la partie opaque toutes les lignes qui se continuent exactement dans leur ordre et leur direction après leur rentrée dans le champ magnétique.

» Les deux autres cas, qui ont été représentés par des diagrammes, concernaient, l'un un cylindre elliptique dont l'axe était incliné de 46° sur la direction du courant. Dans l'autre, on voyait que les lignes magnétiques contournent les pôles absolument comme dans un électro-aimant.

» Je dois remarquer à ce sujet que si l'on peut, au moyen du galvanomètre balistique et de l'aiguille aimantée, explorer un champ magnétique pour en déterminer les lignes de force, il n'y a pas de méthode connue pour déterminer ces lignes dans l'intérieur des corps solides magnétiques.

» Je me suis aussi servi de ma méthode d'investigation pour l'étude des lignes de force dans les corps diamagnétiques.

» Cette partie expérimentale de mes recherches n'est pas encore terminée, faute de temps; je compte utiliser aussi ces méthodes pour la recherche des lignes que suivent les effluves calorifiques au travers de corps de différentes conductibilités.

» A ce sujet, il me paraît intéressant de vous présenter une photographie très agrandie d'une expérience faite par ma méthode et qui corrobore la théorie mathématique du D[r] C.-H. Lees, laquelle représente l'effluve calorifique au travers de plusieurs rectangles métalliques placés côte à

côte. Les deux sections des rectangles représentent des métaux qui ont une plus faible conductibilité que le reste du métal.

» Le dernier dragramme que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie représente la disposition générale des instruments qui ont servi à toutes ces expériences et qui, j'espère, seront utiles pour l'enseignement aussi bien que pour les investigations scientifiques. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Paul Henström** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur l'origine des éléments ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *G. Bigourdan*, ayant pour titre : « Le Système métrique, son établissement et sa propagation graduelle, avec l'histoire des opérations qui ont servi à déterminer le mètre et le kilogramme. » (Présenté par M. Wolf.)

GÉOMÉTRIE. — *Détermination des surfaces qui sont à la fois des surfaces de Joachimsthal et des surfaces de Weingarten*. Note de M. **L. Raffy**.

« Enneper a déterminé les surfaces à courbure totale constante, qui admettent pour lignes de courbure une famille de courbes planes dont les plans passent par une droite et qui sont, à ce titre, des surfaces de Joachimsthal. On peut aller plus loin et obtenir par de simples quadratures toutes les surfaces de Joachimsthal dont les rayons de courbure principaux sont fonctions l'un de l'autre (surfaces de Weingarten).

» Si l'on prend pour axe des z la droite par laquelle passent les plans des lignes de courbure planes ($\theta =$ const.) et si $\varphi =$ const. est l'équation

d'une des lignes de courbure sphériques, on peut représenter toute surface de Joachimsthal par les formules

$$(1)\qquad \frac{x}{\cos\theta} = \frac{y}{\sin\theta} = \frac{1}{\mathrm{V}'\,\mathrm{Ch}(\Theta + \mathrm{V})}, \qquad z = v - \frac{\mathrm{Sh}(\Theta + \mathrm{V})}{\mathrm{V}'\,\mathrm{Ch}(\Theta + \mathrm{V})},$$

où les Sh et Ch sont des sinus et cosinus hyperboliques; Θ est une fonction arbitraire de θ, V une fonction arbitraire de v, V' sa dérivée.

» Avec ces notations, les rayons principaux R_1 et R_2 qui correspondent respectivement aux lignes planes $\theta = \text{const.}$ et aux lignes sphériques $v = \text{const.}$ ont pour expressions

$$\mathrm{R}_1 = \sqrt{\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{T}}}\left(\mathrm{Sh} - \frac{\mathrm{W}'}{2\mathrm{W}}\mathrm{Ch}\right), \qquad \mathrm{R}_2 = -\sqrt{\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{T}}}\left(\mathrm{Sh} - \frac{\mathrm{T}'}{2\mathrm{T}}\mathrm{Ch}\right)^{-1};$$

nous sous-entendons l'argument $\Theta + \mathrm{V}$ des fonctions hyperboliques et nous posons

$$\mathrm{W} = \frac{1}{\mathrm{V}'^2}, \qquad \mathrm{W}' = \frac{d\mathrm{W}}{d\mathrm{V}}, \qquad \mathrm{T} = \frac{1}{1 + \theta'^2}, \qquad \left(\theta' = \frac{d\theta}{d\Theta}\right), \qquad \mathrm{T}' = \frac{d\mathrm{T}}{d\Theta},$$

ce qui revient à prendre pour variables Θ et V. On n'exclut ainsi que les surfaces de révolution. On voit que, si l'on parvient à déterminer T en fonction de Θ et W en fonction de V, on obtiendra séparément v et θ, c'est-à-dire les coordonnées de la surface, au moyen de deux quadratures.

» Il est aisé d'établir que les rayons R_1 et R_2, pour dépendre l'un de l'autre, doivent être des fonctions de $\Theta_0 + \mathrm{V}_0$, Θ_0 étant une fonction de Θ et V_0 une fonction de V. En exprimant cette double propriété, on obtient deux équations qui déterminent, à certaines constantes près, les quatre fonctions inconnues T, W, Θ_0 et V_0.

» La discussion complète dont nous allons donner les résultats comporte deux cas distincts. Dans les formules qui suivront, nous avons posé $\xi = e^{2\Theta}$, $\eta = e^{-2\mathrm{V}}$; toutes les autres lettres désigneront des constantes arbitraires.

» Premier cas. — Les fonctions cherchées sont ainsi définies

$$\frac{d\mathrm{T}}{\mathrm{T}} = \frac{\xi^2 - (m+\gamma)\xi + (c + m\gamma)}{\xi^2 - (m-\gamma)\xi - (c + m\gamma)}\,\frac{d\xi}{\xi}, \qquad \frac{d\mathrm{W}}{\mathrm{W}} = \frac{\eta^2 + (m+\gamma)\eta + (c + m\gamma)}{\eta^2 - (m-\gamma)\eta - (c + m\gamma)}\,\frac{d\eta}{\eta},$$

$$d\Theta_0 = \frac{d\xi}{\xi^2 + (m-\gamma)\xi - (c + m\gamma)}, \qquad d\mathrm{V}_0 = \frac{d\eta}{\eta^2 - (m-\gamma)\eta - (c + m\gamma)}.$$

» On voit qu'il n'y aura que *deux* quadratures distinctes à effectuer pour obtenir les quatre fonctions, car on aura toujours

$$\mathrm{T} = p f(\xi), \qquad \mathrm{W} = q f(-\eta), \qquad \Theta_0 = \psi(\xi), \qquad \mathrm{V}_0 = -\psi(-\eta).$$

» Si l'on ne suppose rien sur les constantes, la relation entre les courbures principales est fort compliquée; l'hypothèse $c + m\gamma = 0$ conduit à des résultats assez simples.

» Second cas. — Les fonctions T et W sont ainsi déterminées :

$$\sqrt{T} = p\,\frac{(\xi + r)^{\frac{c}{c+1}}}{\sqrt{\xi}}, \qquad \sqrt{W} = q\,\frac{(\eta - r)^{\frac{c}{c+1}}}{\sqrt{\eta}}.$$

» Par l'emploi des formules (3) on déduit de là

$$\theta = \frac{p}{2}\int \frac{(\xi + r)^{\frac{c}{c+1}}\,d\xi}{\xi\sqrt{\xi - p^2(\xi + r)^{\frac{2c}{c+1}}}}, \qquad v = -\frac{q}{2}(\eta - r)^{\frac{c}{c+1}}\eta^{-\frac{3}{2}}\,d\eta.$$

» Quant aux rayons de courbure, les formules (2) deviennent

$$R_1 = \frac{q(c - t)t^{-\frac{1}{c+1}}}{p(1 + c)}, \qquad R_2 = -\frac{q(1 + c)t^{\frac{c}{c+1}}}{p(1 - ct)} \qquad \left(t = \frac{\eta - r}{\xi + r}\right).$$

» La relation entre R_1 et D_2 est donc *algébrique et de genre zéro* pour toute valeur *entière ou fractionnaire* de c. Il faut remarquer qu'elle est indépendante de r, qui figure, au contraire, dans les expressions des coordonnées de la surface. Donc, *à chaque forme de cette relation correspondent une infinité de surfaces*.

» Les plus remarquables sont celles qu'on obtient en faisant $r = 0$. Cette hypothèse simplifie beaucoup les résultats et donne

$$\cos\lambda\Theta = pe^{-\lambda\Theta}, \qquad q = \frac{q}{\lambda}e^{\lambda V} \qquad \left(\lambda = \frac{1 - c}{1 + c}\right),$$

d'où les formules finales

$$\frac{x}{\cos\left(\frac{1}{\lambda}\arccos pe^{-\lambda\Theta}\right)} = \frac{y}{\sin\left(\frac{1}{\lambda}\arccos pe^{-\lambda\Theta}\right)} = \frac{qe^{\lambda V}}{\mathrm{Ch}(\Theta + V)},$$

$$z = \frac{qe^{\lambda V}}{\mathrm{Ch}(\Theta + V)}\left[\mathrm{Ch}(\Theta + V) - \lambda\,\mathrm{Sh}(\Theta + V)\right].$$

» En conséquence, pour toute valeur *entière ou fractionnaire* de λ, la surface est *algébrique;* elle est même *unicursale* quand λ est l'inverse d'un entier. Les lignes de courbure des deux systèmes sont d'ailleurs algébriques en même temps que la surface.

» Il existe donc une classe de surfaces *algébriques* qui sont à la fois des

surfaces de Joachimsthal et des surfaces de Weingarten. Ces surfaces, ou du moins les plus simples d'entre elles, sembleraient mériter une étude détaillée.

» Parmi les surfaces que nous venons de déterminer figurent celles d'Enneper ($R_1 R_2 =$ const); on les obtient en faisant, dans le premier cas, $m + \gamma = 0$ et, dans le second, $c = 1$.

» Il est presque superflu de faire observer que les surfaces parallèles à celles qui font le sujet de cette étude sont aussi des surfaces de Weingarten à lignes de courbure planes dans un système. »

ÉLECTRICITÉ. — *Observations de la résonance électrique dans l'air raréfié.* Note de M. **Albert Turpain**, présentée par M. Mascart.

« Dans les précédentes communications ([1]) j'ai indiqué les résultats auxquels conduit la méthode d'observation qui consiste à entourer un résonateur électrique filiforme d'une gaine d'air convenablement raréfié. La luminescence de l'air raréfié indique la distribution électrique le long du résonateur.

» On peut se proposer d'étudier par la même méthode, non seulement l'état électrique des diverses régions d'un résonateur en activité, mais l'état électrique des fils de concentration du champ hertzien et même celui de la région avoisinant les fils de concentration et le résonateur. — La difficulté que présente cette recherche expérimentale réside dans l'extrême fragilité des vases, de volumes assez notables (3^{lit} à 4^{lit}), lorsque l'air contenu à leur intérieur doit être très raréfié. Pour permettre une disposition facile, à leur intérieur, du dispositif constituant le résonateur et du dispositif de concentration du champ hertzien, ces vases doivent être forcément constitués de deux parties adaptées l'une à l'autre par un masticage convenable. Après un certain nombre d'essais infructueux, j'ai adopté le dispositif suivant qui réalise en même temps le plus de sécurité et le plus de commodité.

» Une cloche à vide V (*fig.* 1) est percée de trous *t* dans lesquels on mastique des tubes de verre qui servent de guides aux fils de concentration *f* (*fig* 2). Ces tubes permettent de déplacer la cloche le long des fils et empêchent la luminescence qui se produirait si les fils étaient en contact avec l'air raréfié.

([1]) *Comptes rendus*, 5 et 11 juin 1900.

» Le résonateur R est formé d'un fil d'aluminium courbé en forme de circonférence de 15^{cm} environ de diamètre et dont les extrémités présentent en c un écartement de quelques millimètres. La *fig.* 1 représente le résonateur R suspendu au crochet v, de manière que son plan soit perpendiculaire à la direction des fils de concentration.

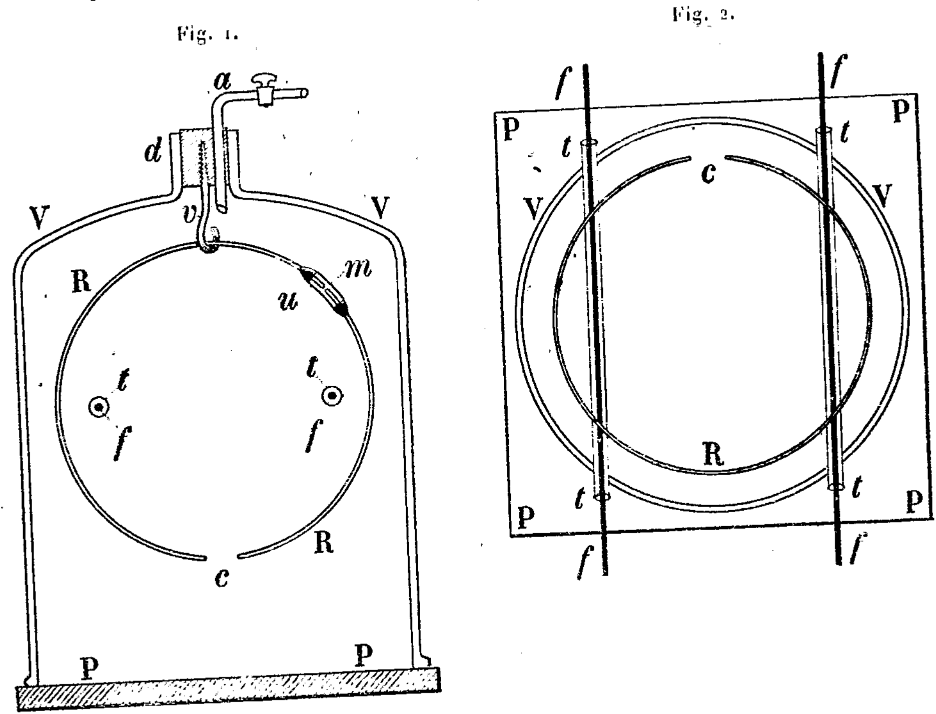


Fig. 1. Fig. 2.

La *fig.* 2 représente le résonateur R supporté par les tubes t, t, de telle sorte que son plan soit parallèle au plan des fils de concentration. On peut aisément faire passer le résonateur de la première position à la seconde sans être obligé d'ouvrir la cloche. Il suffit d'imprimer des mouvements convenables à tout le dispositif. On peut également amener le résonateur à reposer sur le plan de verre et le soustraire ainsi à l'action du champ. On obtient ainsi avec une seule cloche des effets qui nécessiteraient la préparation préalable de deux ou de trois cloches. Il est alors facile d'observer les différences que présentent les aspects de la luminescence à l'intérieur de la même cloche pour ces trois positions du résonateur.

» Les phénomènes observés avec des résonateurs ainsi disposés confirment les observations précédemment faites ([1]) avec les résonateurs enfermés dans des tubes à air raréfié.

» Les mesures de longueur d'onde, faites par déplacement d'un pont,

---

([1]) *Comptes rendus*, 5 juin et 11 juin 1900.

ont montré que la demi-longueur d'onde des oscillations qui excitent un résonateur donné est très sensiblement égale à la longueur du résonateur. Un résonateur de 42^{cm} de longueur a été excité par des oscillations dont la demi-longueur d'onde a été trouvée égale à $41^{cm},5$ (moyenne de trois mesures qui ont donné : 41^{cm}; $41^{cm},5$; 42^{cm}).

» La perturbation micrométrique observée au cours des mesures faites dans l'air doit donc être rapportée à la présence de l'air.

» Dans les mesures faites dans l'air ([1]), c'est en comparant la différence entre les demi-longueurs d'onde relatives à deux résonateurs à la différence des longueurs de ces résonateurs que l'on trouve une vérification de la loi suivante indiquée par M. H. Poincaré ([2]) : *La longueur d'onde des oscillations qui excitent un résonateur donné est égale à deux fois la longueur du résonateur.*

» Les mesures faites au moyen du dispositif actuel vérifient directement cette loi théorique sans qu'il y ait à éliminer la perturbation micrométrique.

» Ce résultat est confirmé par la comparaison des mesures faites à l'aide d'un résonateur à coupure et à micromètre, disposé dans une cloche à air raréfié, dont le micromètre peut être dans deux expériences successives maintenu dans l'air, puis dans l'air convenablement raréfié.

» A cet effet les deux extrémités qui forment les pôles du micromètre *m* (*fig.* 1) sont mastiquées dans un petit morceau de tube de verre *u*. Dans une première expérience on effectue le masticage de manière à emprisonner l'air dans le tube *u*. Dans une seconde expérience, le masticage du micromètre est percé d'un trou qui permet l'extraction de l'air du tube *u* en même temps qu'on fait le vide dans la cloche.

» Le déplacement du pont indique une longueur d'onde notablement plus grande dans la première expérience (60^{cm}) que dans la seconde (42^{cm}).

» L'application de cette méthode d'observation de la résonance électrique dans l'air raréfié est susceptible de fournir, en offrant une sorte de spectre du champ hertzien, d'autres renseignements intéressants qu'une étude ultérieure permettra de préciser. »

([1]) A. TURPAIN, *Recherches expérimentales sur les oscillations électriques*, p. 94 (Paris, A. Hermann, 1899).

([2]) H. POINCARÉ, *Les oscillations électriques*, p. 237 (Paris, G. Carré, 1894).

ÉLECTRICITÉ. — *Influence de la température sur la force électromotrice d'aimantation*. Note de M. **René Paillot**, présentée par M. G. Lippmann.

« J'ai employé la méthode et le dispositif expérimental indiqués dans ma précédente Note (¹).

» Les électrodes du métal à étudier sont introduites dans les deux branches verticales d'un tube deux fois recourbé, dont l'une des branches est placée dans un champ magnétique. Ce tube plonge dans une cuve rectangulaire plate en laiton d'une capacité de $1^{lit},50$ environ. Dans cette cuve circule un courant d'eau à température constante, obtenu de la manière suivante : L'eau provenant d'un réservoir placé à 2^m de hauteur s'échauffe par son passage dans un serpentin de cuivre, chauffé par un bec Bunsen, dont la flamme est réglée par un régulateur à mercure plongeant dans la cuve plate. Après avoir circulé dans cette cuve, l'eau se déverse dans un réservoir inférieur d'où une petite pompe rotative mue par un moteur électrique de faible puissance la fait remonter dans le réservoir supérieur.

» J'ai pu ainsi obtenir, pendant plus d'une heure, une température constante à $\frac{1}{10}$ de degré près.

» Voici quelques résultats :

» I. Électrodes en *fer doux* de $0^{cm},05$ de diamètre, préparées à la Wollaston, plongeant dans l'eau acidulée par l'acide acétique (deux gouttes dans 100^{cc} d'eau distillée et bouillie) et normales au champ.

» Les champs sont évalués en unités C.G.S. et les forces électromotrices en volts :

	H.	E.
		volt
$t = 12°,2$	1750	0,0042
	3100	0,0074
	5000	0,0110
	8800	0,0170
	12560	0,0219
	15350	0,0254
	20970	0,0308
	23500	0,0321
	25550	0,0332
	30100	0,0332

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 1194 et 1326 (errata); 1900.

	H.	E.
		volt
	1700	0,0042
	3100	0,0076
	5000	0,0113
	8800	0,0179
$t = 21°,2$	12560	0,0232
	15800	0,0273
	21000	0,0330
	25550	0,0358
	30100	0,0357
	1700	0,0044
	3100	0,0078
	5000	0,0122
	8800	0,0196
$t = 44°,5$	12500	0,0261
	15500	0,0310
	21000	0,0378
	25900	0,0410
	30000	0,0410
	1750	0,0048
	3100	0,0082
	5000	0,0127
	8800	0,0206
$t = 66°$	12500	0,0282
	21000	0,0422
	26000	0,0460
	30100	0,0462

» On peut tirer de ces nombres les principales conclusions suivantes :

» 1° *La force électromotrice d'aimantation du fer doux augmente avec la température;*

» 2° *La variation de la force électromotrice d'aimantation du fer doux avec la température est d'autant plus grande que le champ est plus intense.*

» II. Électrodes en *bismuth* (obtenues en aspirant le métal fondu dans des tubes en verre effilé) plongeant dans l'eau acidulée par l'acide acétique.

» Le bismuth aimanté est toujours négatif par rapport au bismuth non aimanté.

» *La force électromotrice d'aimantation du bismuth diminue quand la température s'élève.*

» La variation de la force électromotrice d'aimantation du bismuth avec la température est d'ailleurs très faible. Elle n'est sensible que pour des

champs voisins de 30000 gauss. Voici, par exemple, dans un tel champ, la moyenne de cinq expériences répétées à plusieurs jours d'intervalle :

t	E
12°	0^{r},0015
48°	0^{r},0008. »

ÉLECTRICITÉ. — *De l'action des rayons X sur les conducteurs et sur les isolants.* Note de M. **J. Semenow**, présentée par M. Lippmann.

« Une des propriétés fondamentales des rayons X est que les conducteurs chargés d'électricité se déchargent sous l'influence de ces rayons. Les travaux de plusieurs savants, notamment ceux de Röntgen, de Righi, de Villari, de J.-J. Thomson, de Perrin et de Sagnac, ont démontré que cette décharge est due à l'ionisation de l'air traversé par les rayons X. La vitesse de la décharge varie avec la pression du gaz (Benoist et Hurmusescu). En outre, M. M. Lennan a trouvé que, dans les gaz raréfiés, les conducteurs chargés d'électricité positive se déchargent complètement sous l'influence des rayons cathodiques, tandis que la perte de la charge négative a une limite qui monte avec le degré du vide.

» Si la décharge des conducteurs était causée seulement par l'ionisation du gaz que traversent les rayons X ou les rayons cathodiques, la raréfaction de ce gaz devrait exercer la même influence sur les pertes en électricité positive ou négative. Or, les recherches ci-dessus mentionnées de M. Mc. Lennan prouvent le contraire.

» Ce fait laisse supposer que l'ionisation du gaz par les rayons sortant du tube de Crookes n'est pas la cause unique de la décharge des conducteurs. Pour m'en convaincre, j'ai construit un appareil dans lequel le conducteur soumis à l'action des rayons X se trouve soustrait à l'influence du gaz ionisé.

» C'est un électroscope dont la cage hermétiquement close est protégée contre l'action des rayons X et de leurs dérivés par plusieurs écrans en plomb assez épais. A travers un orifice pratiqué dans le couvercle de la cage passe un tube en verre à parois minces, fermé à ses deux extrémités et rempli de mercure purifié et bouilli. Un fil de platine soudé à l'extrémité inférieure du tube met le mercure en communication métallique avec les feuilles d'or de l'électroscope. De cette façon, l'air traversé par les rayons X n'étant nulle part en contact avec des parties métalliques reliées aux feuilles d'or de l'électroscope, la décharge, si elle se produit, doit être attribuée à une cause

autre que l'ionisation de l'air. Le tube à mercure est recouvert d'un cylindre en cuivre, muni d'une fenêtre que ferme une mince lame d'aluminium.

» En expérimentant de la sorte, j'ai pu constater deux ordres de faits :

» 1° L'électroscope, chargé avant l'expérience, perd sa charge jusqu'à une certaine limite sous l'influence des rayons X ;

» 2° Les feuilles d'or de l'électroscope, qui se trouvent en repos avant l'expérience, s'écartent sous l'influence des rayons X.

» Dans l'un comme dans l'autre cas, l'électroscope se décharge complètement lorsque, l'expérience une fois terminée, on touche avec le doigt les parois du tube à mercure. Le contact d'un fil métallique, tenu à la main n'enlève qu'une faible partie de la charge. Lorsqu'on promène ce fil sur toute la surface du tube, l'électroscope se décharge complètement.

» Il en résulte : 1° que l'ionisation de l'air par les rayons de Röntgen n'est pas la cause unique de la décharge des conducteurs chargés ; 2° que le verre se polarise sous l'influence des rayons X.

» Pour vérifier la seconde de ces conclusions, j'ai fait les expériences suivantes : dans une boîte en plomb, complètement fermée et en communication avec le sol, je plaçais une caisse en verre ou en ébonite. Les rayons tombaient sur cette plaque à travers une fenêtre pratiquée dans le couvercle de la boîte extérieure et fermée avec une mince lame d'aluminium.

» Après cinq minutes d'exposition aux rayons, la lame se polarisait. Examinée avec un plan d'épreuves et un électroscope sensible, elle ne présentait à sa surface aucune charge libre, mais était polarisée dans toute son étendue. L'électricité positive se portait du côté de la source des rayons.

» Le même phénomène se manifeste sur des lames d'ébonite.

» Je dois signaler toutefois que les lames de verre, ainsi que celles de l'ébonite, devaient subir à plusieurs reprises l'action des rayons X pour acquérir la propriété de se polariser sous leur influence et qu'elles perdaient cette faculté au bout d'un certain laps de temps.

» Je me propose de faire ultérieurement l'étude complète de ce phénomène auquel je ne m'attendais pas au début; mes expériences ne visaient d'abord que la question de savoir si la décharge par les rayons X des conducteurs chargés d'électricité est due uniquement ou non aux gaz ionisés par ces rayons.

» Les considérations dont j'ai déjà parlé et mes expériences avec l'électroscope à mercure m'ont amené à conclure que la décharge se fait

non seulement par l'intermédiaire des gaz ionisés, mais aussi sous l'influence d'une autre cause.

» On sait qu'une perte d'énergie se produit ou par contact, ou par rayonnement. Tout contact avec l'air ionisé ayant été éliminé dans mes expériences, il faut attribuer la décharge à ce que les corps chargés d'électricité et soumis à l'action des rayons X deviennent des foyers d'émission électrique.

» M. M. Lennan a constaté que les conducteurs chargés négativement, placés dans des gaz raréfiés et soumis à l'action des rayons cathodiques, se déchargent jusqu'à une certaine limite, c'est-à-dire que la perte par émission est contre-balancée par un apport provenant de l'extérieur. Puisque cet apport d'électricité négative coïncide avec l'action des rayons X, commençant et finissant avec elle, il ne saurait être dû qu'à ces rayons, qui seraient ainsi des rayons d'électricité négative. Nous savons, en outre, que les conducteurs frappés par les rayons X deviennent des foyers de rayons secondaires, tertiaires, etc., découverts par M. Sagnac, rayons absolument analogues aux rayons primaires. Ces conducteurs deviennent donc des foyers d'émission d'électricité négative. Ainsi se trouve expliquée la perte d'électricité négative en cas de charge négative. Quant à la charge positive, il y a lieu d'admettre qu'elle est neutralisée par l'électricité négative des rayons X.

» Cette hypothèse explique également la polarisation des isolants; la lame soumise à l'action des rayons X reçoit une charge négative qui la polarise en attirant l'électricité positive et en repoussant l'électricité négative; la charge elle-même se dissipe sous forme de rayons secondaires. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages d'aluminium. Combinaisons de l'aluminium et du molybdène.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Ditte.

« Dans une note présentée à l'Académie, le 6 mai dernier, j'ai indiqué la méthode que j'ai employée pour l'étude des alliages d'aluminium, pour les combinaisons du tungstène et de l'aluminium en particulier.

» J'ai l'honneur d'indiquer aujourd'hui les résultats obtenus dans la réduction de l'acide molybdique par un excès plus ou moins grand d'aluminium dans les conditions que j'ai indiquées précédemment. On est limité

d'un côté par la réaction correspondant à la production du métal et d'un autre côté par la limite d'inflammation qui a lieu pour la réaction donnant théoriquement Al^6Mo.

» Ces expériences sont aussi dangereuses qu'avec l'acide tungstique; il y a toujours des pertes abondantes; elles se font ici sous forme d'oxyde bleu.

» Si l'on opère avec l'acide molybdique sur des quantités inférieures à 1^{kg}, on n'obtient que des cristallisations rares; si l'on emploie un aluminium très fin, comme celui que M. Goldschmidt utilise pour faire le mélange oxyde de fer-aluminium, qu'il désigne sous le nom de *thermite*, on n'obtient que des culots métalliques sans cristaux. Je dois ajouter que l'on peut parer à l'inconvénient de l'emploi de grandes quantités (j'ai toujours opéré sur 3^{kg} de matière), en chauffant au préalable le mélange à 800° ou 1000°, dans un four Perrot, par exemple, et même en utilisant des artifices pour élever la température, après l'inflammation du mélange; je citerai notamment un jet d'oxygène projeté à la surface; ce moyen m'a donné d'excellents résultats dans des circonstances sur lesquelles j'aurai à revenir.

» 1° Toutes les expériences avec l'acide molybdique correspondantes aux proportions comprises entre celles qui donnent théoriquement $AlMo^{15}$ et Al^6Mo, permettent d'obtenir des culots parfaitement formés.

» 2° Dans les expériences correspondant aux proportions comprises entre celles qui donnent théoriquement $AlMo^3$ et Al^4Mo, on obtient des cristaux lamellaires superbes, atteignant souvent 1^{cq} de surface. Il arrive fréquemment, notamment pour les expériences correspondant à la formation théorique de Al^2Mo, $AlMo$ et $AlMo^2$, que le culot obtenu n'est formé que d'un enchevêtrement de cristaux lamellaires de toute beauté;

» 3° Dans les expériences précédentes, j'ai souvent remarqué la présence d'alvéoles tapissées de cristaux filiformes; j'ai pu en isoler des quantités suffisantes pour en faire l'analyse;

» 4° Dans les expériences où l'on emploie un très grand excès d'aluminium, notamment celle qui correspond théoriquement à la formation du composé Al^6Mo, on voit se former à la surface du culot des rognons abondants et très volumineux.

» Ces rognons sont formés par des agglomérats de cristaux filiformes très nets.

» Tous les cristaux obtenus dans ces expériences sont généralement

purs, tandis que ceux d'aluminium-tungstène sont toujours recouverts d'une mince couche d'aluminium. Si, par précaution, on lave les cristaux aluminium-molybdène avec HCl étendu, il faut opérer leur dessiccation dans une atmosphère de CO^2 ; dans l'air, il y aurait oxydation rapide.

» J'ai étudié la composition et le meilleur mode d'obtention de ces cristaux :

» 1° Les cristaux lamellaires correspondent à la formule Al^4Mo ; ils sont obtenus en très grandes quantités dans l'expérience correspondant au composé AlMo.

» La méthode analytique adoptée, laquelle a été suivie également pour les autres combinaisons, consiste dans l'attaque des cristaux par l'acide azotique. On reprend, en dissolution très diluée, par l'ammoniaque étendue et froide, qui dissout l'acide molybdique formé et précipite l'alumine; on fait bouillir pour chasser l'ammoniaque en excès, puis on filtre et on lave à l'eau chaude. On reprend ensuite le précipité d'alumine par la soude bouillante; on remarque qu'il reste un résidu brun de bioxyde de molybdène (je me propose d'étudier spécialement ce fait) qui est dosé à part sous forme d'acide molybdique, par oxydation avec l'acide azotique. La liqueur filtrée est traitée par l'acide azotique, puis par l'ammoniaque qui précipite l'alumine ; puis on fait bouillir pour chasser l'excès de réactif et l'on filtre. La liqueur est jointe à celle que l'on a obtenue après la première filtration, et le molybdène est dosé sous la forme de molybdate de plomb, au moyen de l'acétate de plomb, en prenant les précautions indiquées par MM. Hotson et Brearley [1].

» Les résultats obtenus sont :

	Première analyse.	Deuxième analyse.	Calculé.
Molybdène	47,56	47,54	47,06
Aluminium	52,06	53,23	52,94
	99,62	100,77	100,00

» 2° Les cristaux filiformes correspondent à la formule AlMo; on les trouve dans quelques alvéoles formés dans les culots.

» Leur analyse donne :

	Trouvé.	Calculé.
Molybdène	77,95	78,05
Aluminium	22,16	21,95
	100,11	100,00

---

(1) *Chemical News*, t. LXXVIII, p. 203.

» 3° Les cristaux constituant les rognons, obtenus comme il a été dit plus haut, correspondent à l'alliage Al^7Mo ; leur analyse a donné :

	Première analyse.	Deuxième analyse.	Calculé.
Molybdène...............	33,25	33,17	33,69
Aluminium...............	66,57	66,40	66,31
	99,82	99,57	100,00

» Tous ces cristaux sont attaqués par les acides concentrés; ils ne semblent pas attaqués par l'eau bouillante; je me réserve d'étudier ultérieurement leurs propriétés.

» Quant aux culots métalliques obtenus dans ces expériences, traités par l'eau régale étendue, ils laissent des résidus très bien cristallisés et de compositions différentes. Je poursuis en ce moment leur étude. »

CHIMIE. — *Sur les alliages d'aluminium et de magnésium.* Note de M. **Boudouard**, présentée par M. Troost.

« Dès 1866, Woehler [1] avait essayé de préparer les alliages d'aluminium et de magnésium en fondant les deux métaux sous le chlorure de sodium ; il avait ainsi obtenu des mélanges renfermant une combinaison définie insoluble dans le chlorhydrate d'ammoniaque et la soude froide, et se présentant sous la forme d'une poudre métallique blanc d'étain, très brillante; mais il n'avait pu y reconnaître une cristallisation bien nette.

» Parkinson [2] a obtenu un produit renfermant 25 pour 100 de magnésium en fondant les métaux dans un creuset brasqué avec de la magnésie pure et fraîche. D'une façon générale, l'introduction du magnésium dans un alliage a pour résultat une extrême fragilité.

» Plus récemment, M. Mach a préparé un alliage d'aluminium contenant 10 à 12 pour 100 de magnésium, plus léger que l'aluminium, d'une couleur semblable à celle de l'argent, pouvant être tourné, percé, taraudé.

« Je me suis proposé d'étudier les alliages d'aluminium et de magnésium, en utilisant les nouvelles méthodes d'investigation scientifique intro-

---

(1) *Annalen Ch. Pharm.*, t. CXXXVIII, p. 253.

(2) *Chemical Society*, (2), t. V, p. 117.

duites dans la science pour déterminer la constitution chimique des alliages. Parmi les propriétés physiques qui semblent devoir conduire à des résultats précis sur cette constitution chimique des alliages, les principales sont la structure cristalline, la conductibilité, la force électromotrice de dissolution, la fusibilité. C'est l'étude de la fusibilité des alliages d'aluminium et de magnésium qui fait l'objet de cette Note.

» Avant de donner les résultats de ces recherches, je décrirai sommairement la méthode expérimentale suivie pour la détermination des températures de solidification.

» Les points de fusion de l'aluminium et du magnésium étant relativement peu élevés, tous les essais ont été faits dans des tubes de verre vert, en présence de gaz d'éclairage, ou mieux d'hydrogène, afin d'éviter l'altération des métaux. Chaque essai portait sur 10^{gr} de matière. La mesure des températures s'effectuait au moyen du couple thermo-électrique de M. Le Chatelier. Pour protéger le couple contre l'action destructive des métaux fondus, on l'introduit dans un tube de verre de quelques millimètres de diamètre fermé d'un bout, après avoir isolé les fils de platine et de platine rhodié d'une façon convenable à l'aide d'un fil d'amiante. Le galvanomètre employé était le galvanomètre à microscope, modèle Carpentier.

» Pour déterminer la température exacte de solidification, on amène le mélange des deux métaux à une température supérieure à celle de fusion, puis on laisse refroidir : on suit le déplacement du réticule au moyen d'un compteur à secondes, en notant le temps mis par ce réticule pour passer d'une division à celle immédiatement inférieure; dans le Tableau ainsi établi, on cherche la division du micromètre correspondant au plus grand intervalle de temps.

» Voici les résultats obtenus :

Al pour 100 (en poids).	Mg pour 100. (en poids).	Températures.
100	»	650°
90	10	585
80	20	530
70	30	432
60	40	450
50	50	462
45	55	445
40	60	450
35	65	455
30	70	424
25	75	356
20	80	432
15	85	432
10	90	437,5
5	95	595
»	100	635

» Si l'on construit la courbe, en portant en abscisses les proportions en poids d'aluminium et en ordonnées les températures, on remarque que cette courbe présente deux maxima (455° et 462°) et trois minima (356°, 445° et 432°); entre les proportions de 10 et 20 pour 100 d'aluminium, la portion de courbe est sensiblement parallèle à l'axe des abscisses. Les deux points maxima mettent en évidence l'existence de deux combinaisons définies d'aluminium et de magnésium : $AlMg^2$ et AlMg. Je poursuis l'étude de ces combinaisons définies.

» Au cours de cette étude de la fusibilité des alliages d'aluminium et de magnésium, j'ai recueilli des données sur leurs propriétés mécaniques. Au point de vue de la malléabilité, les alliages contenant, dans des proportions variant de 0 à 15 pour 100, soit de l'aluminium, soit du magnésium, pourraient seuls devenir intéressants. Si nous partons de l'aluminium pur et si nous y introduisons des quantités croissantes de magnésium, la fragilité augmente progressivement pour devenir maxima pour les proportions suivantes : 50 Al, 50 Mg; cet alliage se brise entre les doigts et peut être pulvérisé au mortier de porcelaine. Puis, si nous augmentons la proportion de magnésium introduit jusqu'à revenir au magnésium pur, la fragilité diminue elle-même progressivement. Ces données s'accordent avec l'observation générale donnée par Parkinson. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la structure cellulaire de quelques métaux*. Note de M. G. Cartaud, présentée par M. H. Moissan.

« Ce n'est pas la première fois que l'on parle de la structure cellulaire des corps minéraux. MM. Osmond et Werth ([1]) ont appelé *cellules* les *grains* polyédriques qui résultent dans les métaux, et notamment dans le fer, de la limitation mutuelle des individus cristallins développés à partir de certains centres indépendants de cristallisation.

» Les cellules sur lesquelles je me propose d'appeler l'attention sont d'un ordre différent. On les met facilement en évidence en coulant des métaux fondus sur une plaque de verre inclinée, de manière qu'ils se refroidissent et se solidifient brusquement en lames de faible épaisseur. Les expériences ont porté sur les métaux facilement fusibles : plomb, étain,

([1]) Osmond et Werth, *Théorie cellulaire des propriétés de l'acier* (*Annales des Mines*, juillet 1883).

zinc, cadmium, bismuth. Dans ces conditions, la surface libre de ces métaux ne se montre pas unie. Examinée à un grossissement de 200 diamètres environ, elle se montre déjà franchement cristalline dans le bismuth; mais dans tous les autres elle est recouverte d'un réseau continu de cellules délimitées par des contours polygonaux *en creux*. De semblables cellules se rencontrent aussi quelquefois dans les soufflures ménagées entre le métal et la plaque de verre.

» Ces cellules sont de formes très variées sur la surface d'une même coulée : hexagonales et régulières dans certaines parties, elles sont dans d'autres irrégulières, pentagonales, quadrangulaires et même triangulaires, ou bien encore elles semblent étirées dans certaines directions. Fréquemment aussi, comme à la suite d'une sorte de différenciation du tissu cellulaire, on peut les voir, à partir de certains centres, s'organiser en cristallites, d'autant plus nombreux et développés que le métal a été coulé en lame plus épaisse. Toujours ces cristallites se montrent constitués par la soudure de cellules tantôt peu différentes de celles qui forment le tissu qui les entoure; tantôt, au contraire, allongées en longs articles ou finement dentelées. On rencontre enfin quelquefois des groupements de cellules d'un autre ordre. De longs chapelets de cellules partent en divergeant d'un point ou d'un axe et dessinent des figures assez gracieuses qui ressemblent à des spectres tourbillonnaires. Le fait a été très marqué sur une goutte de zinc fondu écrasée dans sa chute sur une plaque de verre.

» L'aspect des cellules rappelle à beaucoup d'égards celui des tourbillons cellulaires observés par M. Bénard [1] dans les nappes liquides. Cependant leur ordre de grandeur et leurs irrégularités de forme et de distribution les rapprochent davantage des cellules des tissus organisés. L'analogie se poursuit même, au moins en apparence, jusque dans leur mode de développement qui rappelle celui que la nature met en œuvre dans les êtres inférieurs. La solidification brusque permet, en effet, de surprendre les cellules dans leurs phases de croissance et de prendre sur le fait les phénomènes de scissiparité que M. Bénard à pu suivre d'une manière continue dans les liquides. On voit dans certaines cellules des amorces de cloisons partant de deux bords opposés et tendant à se rejoindre en laissant entre elles un canal plus ou moins étroit. On rencontre enfin dans le zinc des cellules possédant un gros noyau en relief qui semble prendre part à la division de la cellule en s'étranglant pour se couper en deux noyaux, tangents l'un et l'autre à la cloison nouvelle.

» La surface polie d'une plaque d'acier recuite à température élevée

(1) *Les tourbillons cellulaires dans une nappe liquide* (*Revue générale des Sciences*, décembre 1900).

enregistre avec fidélité tous les changements de structure survenus dans le cours du chauffage et des refroidissements subséquents. Les réseaux correspondant à ces différentes organisations restent gravés dans la surface, ce qui permet d'en étudier les relations mutuelles (1). De même, la surface libre d'un métal fondu, refroidi brusquement, doit pouvoir enregistrer tous les stades d'organisation résultant du passage de la structure liquide à la structure grenue et cristalline qu'on lui connaît à l'état solide. A côté du réseau cellulaire déjà décrit, on peut en effet observer un réseau à mailles beaucoup plus larges, formé par les joints des cristaux, limités les uns par les autres dans leur développement. D'autre part, on peut remarquer que, malgré leur désordre apparent, les cellules sont groupées en plages dans l'intérieur desquelles elles présentent toutes des caractères communs de ressemblance. Il se trouve que précisément ces plages sont délimitées par les contours des grains cristallins. Le fait se montre d'autant mieux que les cellules sont moins planes. Dans le cas du plomb, entre autres, il se présente des régions où chaque cellule contient une sorte de trémie cubique saillante; on constate que, dans chaque *grain* ou cellule de premier ordre de MM. Osmond et Werth, les arêtes des trémies sont toutes parallèles à deux directions communes, d'une orientation différente d'un grain au grain voisin. Il y a ainsi une liaison évidente entre la structure cristalline représentée par les grains, et la structure amorphe représentée par les cellules. Cependant un examen attentif montre que le réseau cristallin coupe fréquemment les cellules, de sorte que les deux portions d'une même cellule peuvent appartenir à deux grains différents. L'interdépendance des deux réseaux n'est donc pas absolue et paraît plutôt résulter, en fait, d'une sorte d'accommodation plus ou moins parfaite.

» La structure cellulaire paraît être la structure normale des corps amorphes. Mise en évidence dans les liquides par M. Bénard, nous l'avons rencontrée dans la gélatine molle traitée par l'alcool absolu, et dans le verre attaqué par l'acide fluorhydrique ou dépoli par chauffage dans la flamme du chalumeau à gaz. Dans les corps cristallisés, elle se combine, comme on vient de le voir, à la structure cristalline et peut même lui être superposée; même dans de gros cristaux cubiques de fer, l'attaque par l'acide azotique met en évidence des cellules sur les faces du cube. »

---

(1) Osmond et Cartaud, *Sur la cristallographie du fer* (*Annales des Mines*, août 1900).

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Acidimétrie de l'acide phosphorique par la baryte, la strontiane et la chaux.* Note de M. J. CAVALIER, présentée par M. Troost.

« On sait que, si l'on titre une solution d'acide phosphorique par une liqueur alcaline quelconque en employant comme indicateurs colorés le méthylorange et la phtaléine, en général le virage du premier réactif correspond à la saturation d'un atome d'hydrogène de PO^4H^3, le virage du second à la saturation de deux atomes.

» Il en est ainsi avec les alcalis (potasse et soude) : le virage du méthylorange est bon; celui de la phtaléine ([1]), imparfait par suite de l'hydrolyse du sel dimétallique, suffit cependant dans la plupart des titrages.

» Avec les bases alcalinoterreuses, les résultats sont très variables non seulement avec la dilution, mais encore avec la façon dont la saturation est conduite et surtout avec la nature de la base.

» J'ai cherché dans quelles conditions précises il faut se placer pour utiliser les alcalinoterreux au titrage de l'acide phosphorique libre, et s'il est possible d'observer un virage correspondant à la saturation totale de ses trois acidités.

» J'indiquerai succinctement les résultats obtenus en versant des solutions de baryte, strontiane et chaux dont la concentration varie de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{100}$ de molécule par litre, dans une solution d'acide phosphorique ($\frac{1}{3}$ mol. $=$ 1^{lit}).

» 1. Le virage du méthylorange (au jaune franc) correspond très exactement à l'addition de $\frac{1}{2}$ molécule de base pour 1 molécule PO^4H^3; il s'observe assez facilement surtout en solution de dilution moyenne ($\frac{1}{50}$).

» Le baryte ($\frac{1}{10}$) donne, un peu avant, un précipité gélatineux qu'il faut redissoudre par l'agitation dans la liqueur acide. En solution encore plus concentrée, cette dissolution complète ne se fait plus; on n'obtient pas une liqueur à la fois limpide et neutre, et le titrage n'est pas possible.

» Le méthylorange peut être remplacé par le paranitrophénol (Joly, Note citée) ([2]). La liqueur incolore prend, au moment de la saturation, une teinte jaune très pâle dont l'intensité augmente si l'on continue l'addition d'eau de baryte.

» Le virage est plus facile à observer sans pratique particulière que celui du méthylorange, mais il a moins de sensibilité.

([1]) JOLY, *Comptes rendus*, t. CII, p. 317.

([2]) SPIEGEL, *Berichte*, t. XXXIII, p. 2640.

» 2. Si l'on continue l'addition d'eau de baryte assez lentement pour que le précipité gélatineux tribarytique qui se forme tout d'abord ait le temps de se transformer totalement en bibarytique cristallisé, le virage de la phtaléine est remarquablement net; il se produit *très exactement* pour l'addition d'une molécule de base et permet un titrage précis.

» Ce virage net peut être obtenu avec des dilutions quelconques, soit à froid, soit à chaud. En liqueur concentrée, il est préférable de chauffer la liqueur neutre au méthylorange jusqu'à apparition de précipité et de continuer la saturation dans la solution chaude: la cristallisation du précipité est ainsi beaucoup plus rapide.

» 3. La strontiane concentrée ($\frac{1}{10}$ mol. = 1 litre) se comporte comme la baryte : elle peut donner un virage très net en opérant soit à froid, soit à chaud.

» Avec les solutions plus étendues la formation du précipité cristallisé est plus lente; le titrage net et précis est encore possible, mais seulement à froid, et il exige plusieurs heures.

» 4. La chaux peut donner le même virage net avec formation de PO^4CaH cristallisé, mais plus difficilement encore : il faut que la dilution n'atteigne pas $\frac{1}{100}$ de molécule par litre, que la saturation se fasse à froid et avec une très grande lenteur. Ces conditions, surtout la dernière, ne permettent pas de remplacer la baryte par la chaux dans le titrage précédent.

» 5. Lorsque, dans la saturation par une des trois bases, le précipité n'est pas entièrement cristallisé au moment du virage de la phtaléine, celui-ci est toujours médiocre et incertain; la teinte rose pâle obtenue une première fois disparaît en général peu après ([1]), et il faut ajouter quelques gouttes d'alcali pour qu'elle reparaisse persistante pendant quelques minutes. L'addition brusque d'un excès de base et le retour avec un acide titré donnent une décoloration de la phtaléine présentant le même caractère d'incertitude que le virage direct.

» 6. Avec la baryte ce virage exige l'addition de quantités de base très variables, comprises, pour les dilutions employées, entre $1^{mol},08$ et $1^{mol},25$. Le nombre trouvé est d'autant plus voisin de 1 que l'agitation est plus complète, la durée de l'opération plus grande ou la liqueur plus étendue; toutes ces circonstances sont précisément celles qui facilitent la formation du précipité cristallisé.

» La strontiane donne des résultats plus élevés et plus constants que les précédents : ils sont compris entre $1^{mol},30$ et $1^{mol},40$.

» 7. Avec la chaux les quantités nécessaires sont encore plus grandes et comprises entre $1^{mol},40$ et $1^{mol},52$. Les nombres les plus élevés et les plus réguliers sont donnés par la solution la plus étendue. Leur constance est suffisante pour permettre le titrage de l'acide phosphorique par l'eau de chaux étendue ($\frac{1}{100}$ mol. = 1 lit.) ajoutée sans précaution particulière en présence de phtaléine, lorsqu'on pourra se contenter d'une précision médiocre. Le virage correspond sensiblement à la saturation des trois atomes d'hydrogène de PO^4H^3. »

([1]) Ceci doit être rapproché du fait signalé par Blarez (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 265) que, en présence d'un excès notable de base, la quantité de baryte fixée sur l'acide phosphorique croît avec le temps.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'alumine contenue dans les eaux minérales.* Note de **F. Parmentier**, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 125) nous avons montré que la plupart des eaux minérales de la région du Centre renfermaient de l'alumine en quantités très notables. Nous avons insisté sur ce fait que ne pas signaler la présence de ce corps dans les eaux qui le renferment pouvait avoir des conséquences fâcheuses. C'est ce qui vient d'arriver pour les eaux de Vichy. Dans aucune analyse de ces eaux que nous connaissions, même dans une analyse d'ensemble faite au commencement de cette année, l'alumine n'est signalée. Cependant, pour ne parler que de deux de ces sources, j'ai trouvé par le procédé de H. Sainte-Claire Deville, comme teneur en alumine, pour

Puits Chomel......................	$0^{gr},0117$ par litre
Grande Grille......................	$0^{gr},0075$ »

» Nous avons été amené à reprendre cette étude sur les indications de M. Genreau, Ingénieur en chef des Mines, qui se préoccupait de la présence, lui paraissant d'ailleurs accidentelle, de particules blanches ou ocracées en suspension en quantités variables dans les eaux des deux sources citées. Ces particules ont été observées depuis le commencement de cette année et, d'après des essais sommaires, elles lui semblaient devoir être attribuées soit à des déperditions d'acide carbonique, soit à des infiltrations d'eaux chargées de chaux provenant de l'action des intempéries de l'hiver (pluies, neiges, etc.) sur des bétonnages de grande étendue faits récemment au voisinage de ces sources, soit à ces deux causes simultanément.

» M. Genreau m'a demandé d'étudier à fond, en dehors de lui, cette question qu'il était important d'élucider.

» Si on laisse perdre spontanément à ces eaux leur acide carbonique, on voit se former à la surface de l'eau une pellicule flottante formée de cristaux de spaths qui s'accolent en partie. Par l'agitation, ces cristaux tombent au fond du liquide. Quand on fait partir l'acide carbonique par l'agitation, il se produit encore du carbonate de chaux, de la dolomie, etc., en cristaux très petits qui tombent au fond de l'eau. Quand presque tout l'acide carbonique libre a disparu, il se produit un dépôt d'alumine entraînant une plus ou moins grande quantité de sesquioxyde de fer.

» Si, au contraire, on laisse tomber goutte à goutte de l'eau de chaux dans ces

eaux, on voit se produire des nuages blancs qui peu à peu se dissipent partiellement. Les nuages sont dus à la production de carbonate de chaux, de carbonate de magnésie, de magnésie et d'alumine. L'excès d'acide carbonique contenu dans les eaux reproduit la redissolution des carbonates et de la magnésie, mais l'alumine, une fois précipitée et polymérisée, ne se redissout plus. Produites en particules très petites, on voit ces particules s'accrocher les unes aux autres et finalement produire de petits filaments assez semblables, comme aspect, aux mycéliums de certains champignons. En même temps, cette alumine enrobe des particules de carbonate de chaux, de carbonate de magnésie et de magnésie que l'acide carbonique libre n'atteint plus que difficilement.

» Les caractères de l'alumine contenue dans les bouteilles qui nous ont été remises et de celle obtenue dans notre laboratoire avec l'eau de chaux ont été nettement établis soit par les réactifs chimiques, soit au chalumeau.

» Ce n'est donc pas seulement à des pertes d'acide carbonique, mais aussi à des infiltrations d'eaux chargées de chaux et dues à des bétonnages récents qu'il faut attribuer la présence des particules qui se sont montrées en suspension, de la manière la plus irrégulière, dans les eaux qui nous ont été soumises.

» La présence de l'alumine dans ces eaux aurait pu être indiquée d'après le seul examen des dépôts produits par ces eaux. Il suffit de mettre des fragments de ces dépôts au fond d'un verre d'eau distillée assez grand et d'ajouter de petites quantités d'acide chlorhydrique pour voir se détacher de la masse des filaments d'alumine qui s'élèvent jusqu'à la surface de l'eau, emportés par des bulles d'acide carbonique. Pendant leur trajet, ces filaments se soudent les uns aux autres, puis retombent au fond de l'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du bromure d'isobutylène sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium.* Note de M. F. **Bodroux**, présentée par M. F. Troost.

« Dans une Communication précédente, j'ai montré que l'hydrocarbure $C^6H^5 - C^3H^7$ qui prend naissance dans l'action du bromure de propylène sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium est formé presque entièrement de propylbenzène normal.

» Ce corps dérive du diphénylpropane

$$\begin{array}{l} C^6H^5 - CH^2 - \underset{\displaystyle C^6H^5}{\underset{|}{CH}} - CH^3 \end{array}$$

qui se forme d'abord et sur lequel le chlorure d'aluminium exerce une action décomposante qui, dans les conditions de l'expérience, porte presque uniquement sur le $(C^6H^5)'$ uni à l'atome de carbone tertiaire. Pour vérifier la généralité de ce mode de décomposition j'ai songé à faire agir sur le benzène, en présence du chlorure d'aluminium, le bromure d'isobutylène

$$CH^2Br - CHBr\begin{cases}CH^3\\CH^3\end{cases}$$

et à déterminer la constitution de l'hydrocarbure à une chaîne latérale prenant naissance dans cette réaction.

» J'ai opéré de la manière suivante :

» 75^{gr} de bromure d'isobutylène ont été dissous dans 150^{gr} de benzène, et j'ai ajouté en une seule fois 20^{gr} de chlorure d'aluminium. La réaction a commencé à froid. Au bout d'une heure et demie, j'ai chauffé au bain-marie jusqu'à ce qu'il n'y ait plus eu de dégagement d'HBr. Le produit décomposé par l'eau a été lavé, décanté, séché sur $CaCl^2$. Puis, l'excès de benzène ayant été chassé, j'ai soumis le résidu à une série de rectifications.

» J'ai ainsi obtenu pour deux opérations :

A.	11^{gr} de liquide passant entre......	171° et 173°
B.	21^{gr} »	...... 284° et 287°

» Les portions supérieures sont gommeuses, sans point d'ébullition fixe; abandonnées à elles-mêmes, elles se sont solidifiées partiellement. Par filtration, j'ai séparé un corps solide cristallisant dans l'alcool en prismes incolores. Ce composé qui fond sans décomposition à 128° a été obtenu en trop petite quantité pour que je puisse avec succès en poursuivre l'étude.

» A. Cet hydrocarbure est un liquide incolore, d'une odeur agréable, passant à 171°-173° sous la pression de 750^{mm}.

» L'analyse montre que ce corps est un butylbenzène, $C^{10}H^{14}$.

» Le brome en excès agissant à froid sur cet hydrocarbure en présence du bromure d'aluminium le transforme en nonabromoisobutylbenzène $C^6Br^5 - C^4H^5Br^4$. Il y a également production, dans cette réaction, d'une faible quantité de benzène hexabromé.

» Or l'hydrocarbure

$$C^6H^5 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CH^3$$

traité par le brome en présence du bromure d'aluminium fournit unique-

ment le composé $C^6Br^5.C^4H^5Br^4$ fusible à 216°-217°, tandis que l'hydrocarbure

$$C^6H^5 - C \begin{array}{l} \diagup CH^3 \\ - CH^3 \\ \diagdown CH^3 \end{array}$$

dans les mêmes conditions ne donne que l'hexabromobenzène, fusible à 316°. Par conséquent, le composé A est constitué presque entièrement par le *phényle* 1 *méthyle* 2 *propane*.

» B. Cet hydrocarbure est un liquide légèrement jaunâtre, doué d'une fluorescence bleue; il bout entre 284° et 287° sous la pression de 750^{mm}; sa densité à 15° est 0,984.

» Refroidi par un mélange de glace pilée et de sel marin, il devient sirupeux, mais il ne se solidifie pas.

» L'analyse lui assigne la formule $C^{16}H^{18}$.

» D'après son mode de génération, sa formule de constitution doit être la suivante :

$$C^6H^5 - CH^2 - \begin{array}{c} CH^3 \\ C \\ | \\ CH^3 \end{array} - C^6H^5,$$

ce qui en fait le *phényle* 1 *diméthyle* 2 *éthane phényle*.

» Si cette constitution est exacte, cet hydrocarbure renferme dans sa molécule un noyau benzénique uni à un carbone quaternaire. Par conséquent, en faisant agir sur ce corps un excès de brome en présence de $AlBr^3$, il doit y avoir scission de la molécule à cet atome de carbone, formation de benzène hexabromé et d'un dérivé bromé de l'isobutylbenzène, c'est-à-dire d'abord

$$C^6H^5 - CH^2 - \begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ C \\ | \\ CH^3 \end{array} - C^6H^5 + 22Br = C^6Br^6 + 10HBr + C^6Br^5 - CH^2 - \begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ CBr, \\ | \\ CH^3 \end{array}$$

puis, comme dans l'isobutylbenzène, l'action bromurante porte en partie sur la chaîne

$$C^6Br^5 - CH^2 - \begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ CBr \\ | \\ CH^3 \end{array} + 6Br = 3HBr + C^6Br^5 - C^4H^5Br^4$$

de sorte que la réaction totale doit être

$$C^6H^5 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\overset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}} - C^6H^5 + 28Br = 13HBr + C^6Br^6 + C^6Br^5 - C^4H^5Br^4.$$

» J'ai donc effectué la bromuration, et, après en avoir soumis le produit aux opérations ordinaires, j'ai séparé par cristallisation fractionnée dans le benzène deux composés différents.

» Le premier, purifié par de nouvelles cristallisations dans le chloroforme, se présente sous la forme de prismes courts incolores, fondant à 216°-217° en se déposant et en laissant dégager du brome. C'est le composé $C^6Br^5 - C^4H^5Br^4$.

» Le deuxième se dépose de sa solution benzénique en aiguilles blanches, longues et soyeuses, fusibles à 316°. C'est le benzène hexabromé.

» Le résultat de l'expérience est conforme à celui prévu par la théorie. L'hydrocarbure $C^{16}H^{18}$ obtenu est donc bien le *phényle* 1 *diméthyle* 2 *éthane phényle*, et c'est ce corps qui, se détruisant partiellement sous l'influence de $AlCl^3$, donne naissance à l'isobutylbenzène recueilli d'abord. Cette action décomposante s'exerce dans le même sens que sur le *diphényle* 1-2 *propane;* elle a principalement pour résultat de détacher le noyau benzénique uni à un carbone quaternaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des éthers alcoylmaloniques sur les chlorures diazoïques*. Note de M. G. **Favrel**, présentée par M. A. Haller.

« L'action des éthers maloniques sur les chlorures diazoïques a déjà été étudiée par un certain nombre d'auteurs ([1]), et leurs travaux ont montré que les corps résultant de cette réaction sont des hydrazones.

» Les éthers alcoylmaloniques n'ayant plus qu'un atome remplaçable par un radical monovalent, on pouvait se demander si ces corps seraient capables de réagir sur les chlorures diazoïques.

» 100cc de solution normale d'aniline, à trois molécules d'acide chlorhydrique par

([1]) Meyer, *B. D. ch. g.*, t. XXIV, p. 1241; et von Pechmann, *B. D. ch. G.*, t. XXV, p. 3175.

litre, sont diazotés par addition d'un égal volume de liqueur normale de nitrite de soude. Dans le chlorure de diazobenzène produit, on verse alors une solution de 45^{gr} d'acétate de soude dans 100^{cc} d'eau, puis 17^{gr},40 de méthylmalonate d'éthyle dissous dans 150^{cc} d'alcool.

» Le liquide, maintenu à zéro pendant quelques heures, et soumis à de fréquentes agitations, abandonne une huile jaune qui ne cristallise pas et ne peut être distillée sans décomposition. Agitée avec de la soude étendue, elle se solidifie partiellement, et si l'on jette alors le tout sur une plaque poreuse, on parvient à isoler la partie solide. Celle-ci, dissoute dans l'alcool chaud, s'en précipite par refroidissement, sous forme de cristaux jaunes qui constituent la phénylhydrazone-α-pyruvate d'éthyle ou phényl-α-azopropionate d'éthyle ([1]), ainsi que le démontrent l'analyse et le point de fusion 117°-118°.

» Sa formation peut s'expliquer par la réaction

$$C^6H^5Az = Az - OH + \begin{array}{c} CO^2C^2H^5 \\ | \\ CH - CH^3 \\ | \\ CO^2C^2H^5 \end{array}$$

$$= C^6H^5.Az\overset{/H}{-}Az = \begin{array}{c} CO^2C^2H^5 \\ | \\ C \\ | \\ CH^3 \end{array} + CO^2 + C^2H^5, OH.$$

» Il est à noter que, pendant l'action du méthylmalonate d'éthyle sur le chorure de diazobenzène en solution acétique, il se dégage de l'acide carbonique, ce qui confirme l'équation précédente.

» En remplaçant dans l'opération précédente le chlorure de diazobenzène par celui de diazoparatoluène, on obtient :

» La paratoluidhydrazone-α-pyruvate d'éthyle ou paratoluil-α-azopropionate d'éthyle, fondant à 106°-107°.

» Si l'on fait réagir, dans les mêmes conditions, le chlorure de diazobenzène sur l'éthylmalonate d'éthyle, on obtient une huile jaune entièrement soluble dans la soude étendue.

» L'acide chlorydrique précipite de cette solution des flocons jaunes. En les dissolvant dans l'alcool, on obtient, par évaporation, des cristaux fondant à 151°-152°, constitués par la phénylhydrazone-α-acide-butyrique ou phényl-α-azo acide butyrique ([2]).

([1]) FISCHER et JORDAN, *B. D. ch. G.*, t. XVI, p. 2241; et FRANCIS JAPP et KLINGEMANN, t. XX, p. 2942.

([2]) FRANCIS JAPP et KLINGEMANN, *B. D. ch. G.*, t. XX, p. 2942.

» Le chlorure de diazoorthotoluène fournit de même l'orthotoluilhydrazone-α-acide butyrique fondant à 148°-149°.

» *En résumé*, les éthers alcoylmaloniques réagissent sur les chlorures diazoïques comme les éthers cyanacétiques substitués, mais, tandis que les derniers fournissent les hydrazones nitriles pyruviques, les premiers donnent les acides correspondants ou leurs éthers. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau mode de décomposition des dérivés bisulfitiques.* Note de MM. **P. Freundler** et **L. Bunel**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les seuls agents dont on se soit servi pour régénérer les aldéhydes et les cétones de leurs combinaisons bisulfitiques sont, à notre connaissance, les acides, les alcalis et les carbonates alcalins. Toutefois Bertagnini [1] a indiqué que le brome et l'iode sont également susceptibles de dédoubler ces combinaisons.

» Nous avons constaté que les azotites alcalins étaient doués de la même propriété et qu'ils pouvaient, dans certains cas, être substitués aux carbonates.

» Il suffit, par exemple, de chauffer la combinaison bisulfitique de l'aldéhyde isovalérique avec une solution diluée d'azotite de sodium pour mettre l'aldéhyde en liberté. La réaction s'effectue entre 70° et 80°; elle est accompagnée d'un faible dégagement gazeux (protoxyde d'azote), mais il ne se forme pas de vapeurs nitreuses; la liqueur prend une réaction alcaline qui persiste si l'on a soin d'éviter une ébullition prolongée. La tension de vapeur de l'aldéhyde est d'ailleurs si forte, qu'en chauffant quelques minutes à 100° on parvient à distiller la totalité du produit.

» Le rendement n'a pas été déterminé d'une façon absolue, car, si d'une part l'aldéhyde isovalérique est un peu soluble dans les solutions salines, elle retient d'autre part toujours une petite quantité d'eau dont on ne peut la débarrasser par dessiccation sans perdre en même temps du produit. Nous nous sommes donc bornés à peser l'aldéhyde à l'état humide, à vérifier qu'elle ne renfermait ni acides ni polymères, et à comparer les rendements fournis par la méthode à l'azotite avec ceux que donne la méthode au carbonate dans les mêmes conditions de température et de dilution.

» L'appareil employé dans toutes nos expériences était constitué simplement par un ballon à distiller qu'on chauffait au bain d'huile, et à la tubulure duquel était adapté un réfrigérant descendant. Deux thermomètres, placés l'un à l'intérieur du ballon, l'autre à l'extérieur, ont permis d'opérer à une température absolument constante.

---

(1) *Ann. Chem.*, t. LXXXV, p. 289.

» La matière première a été préparée en partant d'une aldéhyde purifiée elle-même par l'intermédiaire de sa combinaison bisulfitique. Sa pureté a d'ailleurs été contrôlée par un dosage de sodium (calculé pour $NaHSO^3.C^5H^{10}O.\frac{1}{2}H^2O$: sodium pour 100, 11,56; trouvé 11,3).

» 100gr de cette combinaison bisulfitique ($\frac{1}{2}$ mol.) ont été chauffés avec une solution de 18gr d'azotite de soude ($\frac{1}{4}$ mol.) dans 250cc d'eau. On a récupéré 39gr d'aldéhyde au lieu de 43gr, soit 90 pour 100 du rendement théorique.

» 100gr de la même combinaison, traités dans les mêmes conditions par une solution de carbonate de potasse, ont fourni 37gr d'aldéhyde.

» Des expériences comparatives nous ont montré que les meilleurs rendements sont obtenus lorsqu'on emploie $\frac{1}{2}$ molécule d'azotite pour 1 molécule de bisulfitique. Avec $\frac{1}{3}$ molécule, la décomposition est incomplète, et si l'on rajoute du nitrite après la première distillation, une nouvelle quantité d'aldéhyde est mise en liberté.

» Il résulte de ce qui précède que *la décomposition du bisulfitique par les azotites fournit des rendements au moins égaux à ceux que l'on obtient en employant les carbonates.*

» Cette décomposition par les azotites n'est pas provoquée simplement par l'alcalinité de ces derniers. En effet, d'autres sels à réaction alcaline, tels que l'acétate ou le benzoate de soude, se sont montrés à peu près inactifs. La réaction est analogue à celle d'un azotite sur un pyrosulfite; du moins avons-nous pu caractériser l'un des produits de cette réaction, l'*acide nitrilosulfonique*, $Az(SO^3H)^3$ [*acide sulfammonique* de Frémy ([1]), *acide trisulfammonique* de Claus ([2])]. Il suffit pour cela de traiter le résidu de la distillation par une solution concentrée de chlorure de potassium; le nitrilosulfonate de potassium se dépose par refroidissement sous la forme de fines aiguilles presque insolubles dans l'eau froide, qui possèdent toutes les propriétés décrites par M. Raschig ([3]).

» Un dosage de potassium a d'ailleurs fourni les chiffres suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $Az(SO^3K)^3, 2H^2O$.
K pour 100	28,69	28,75

» Nous nous proposons de rechercher les autres produits (oximidosulfonates, amidosulfonates, etc.), qui prennent naissance dans cette réaction, et d'appliquer celle-ci à d'autres dérivés bisulfitiques.

» Des essais préliminaires effectués avec la combinaison bisulfitique

---

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XV, p. 418.
([2]) *Ann. Chem.*, t. CLVIII, p. 85 et 194.
([3]) *Ann. Chem.*, t. CCXLI, p. 230.

normale du citral, nous ont montré qu'il est impossible de régénérer complètement le citral de cette combinaison au moyen des azotites. Ces résultats sont d'ailleurs conformes aux prévisions que l'on peut tirer de la lecture des Mémoires de Tiemann (¹) d'une part, et de ceux de MM. Divers et Haga (²) d'autre part. Ils seront décrits ultérieurement avec plus de détails. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits secondaires formés dans l'action de l'acide sulfurique sur le charbon de bois.* Note de M. **A. Verneuil**, présentée par M. Moissan.

« I. Les acides que l'on isole le plus aisément du résidu de l'attaque du charbon de bois par l'acide sulfurique sont, ainsi que je l'ai montré il y a quelques années, l'acide mellique et l'acide benzènepentacarbonique; le premier se sépare facilement à l'état de mellate d'ammonium, le second s'extrait des premières portions cristallines précipitées lors du fractionnement de la liqueur à l'aide de la baryte (³).

» L'*acide benzène pentacarbonique* ainsi isolé par cristallisation présente une très vive phosphorescence dont l'intensité et la couleur jaune verdâtre sont presque identiques à celles de la blende phosphorescente; la durée de l'émission lumineuse atteint six secondes environ.

» Cette phosphorescence n'appartient pas à l'acide pur, qui peut prendre place, comme un nouvel exemple, dans le groupe des corps déjà nombreux qui doivent, ainsi que les sulfures alcalino-terreux, leur luminescence à la présence d'une impureté. En effet, lorsqu'on purifie l'acide benzènepentacarbonique par deux passages à l'état de sel de plomb, suivis de régénérations par l'hydrogène sulfuré, les cristaux perdent leur teinte jaunâtre, deviennent tout à fait incolores et ne présentent plus qu'une trace de phosphorescence. Ce n'est qu'après au moins trois purifications semblables que la phosphorescence est complètement annulée.

» Je n'ai pu jusqu'ici parvenir à déceler la nature du corps étranger qui rend phosphorescent l'acide phènepentaméthyloïque; car je n'ai pu retirer soit de l'eau de lavage du précipité plombique, soit du sulfure de plomb, la

---

(¹) *D. chem. G.*, t. XXXI, p. 3312.
(²) *Chem. Soc.*, t. LXXVII, p. 671.
(³) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 195.

matière qui, en y demeurant fixée, fait cesser la phosphorescence; je puis dire seulement que la cristallisation de cet acide pur en présence de quantités variables d'acide mellique, d'acide pyromellique, ou du résidu brun très complexe qui forme les dernières eaux mères de la purification de l'acide pentaméthyloïque luminescent, ne le rend pas phosphorescent. Friedel et Crafts ([1]) avaient trouvé que la perte d'eau, sur l'acide sulfurique, pour des cristaux essorés dans du papier, s'élevait à 27,10 pour 100, ce qui correspond à la formule $C^6H(CO^2H)^5, 6H^2O$.

» J'avais moi-même obtenu, sur des cristaux formés par refroidissement et essorés à la trompe, une perte de 27,56 pour 100 et admis également $6H^2O$ de cristallisation.

» J'ai repris depuis cette détermination et reconnu que cet acide, qu'il soit phosphorescent ou non, ne s'effleurit que dans l'air extrêmement sec et que la perte d'eau trouvée par Friedel et Crafts, puis par moi, est trop élevée et que les fines aiguilles de ce corps, même très bien essorées, retiennent quelques centièmes d'eau qu'on doit laisser s'évaporer sans craindre l'efflorescence.

» En déshydratant des cristaux obtenus depuis plusieurs années, ou en laissant les cristaux essorés prendre leur poids fixe dans l'air ambiant, on trouve toujours très exactement une perte de 23,18 pour 100 d'eau à 115°, ce qui correspond rigoureusement à la formule $C^6H(CO^2H)^5, 5H^2O$.

» Les déterminations de M. Wyrouboff classent l'acide benzènepentacarbonique dans le système orthorhombique, ainsi que l'indiquent les constantes suivantes :

» *Mesuré :* $mm = 112°8'$, $ma^1 = 114°14'$, $a^1a^1 = 120°4'$, $e^1m = 78°30'$.

» *Calculé :* $ma^1 = 114°29'$, $a^1p = 150°2'$, $e^1e^1 = 137°36'$, $e^1m = 78°21'$, $e^1a^1 = 143°52'$.

$$a : b : c = 0,6728 : 1 : 0,3889.$$

» Clivage imparfait suivant p. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1; la bissextrice aiguë négative est perpendiculaire à p.

» La biréfringence est extrêmement forte et la dispersion assez notable avec $\rho < v$ et $2E = 57°40'$.

» II. Les trois précipités amorphes obtenus dans le fractionnement par la baryte, après la formation des précipités cristallins d'où j'ai extrait l'acide benzènepentacarbonique, possèdent à peu près la même composition; je les ai réunis et examinés ensemble.

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. I, p. 475; 1884.

» Il est facile d'extraire, par cristallisation, l'acide pyromellique que renferment les acides de ces sels barytiques; le rendement atteint 2 pour 100 environ de la quantité du charbon de bois attaqué. Cet acide se sépare aisément, en raison de sa faible solubilité dans l'eau froide, de l'acide benzènepentacarbonique qui l'accompagne, en lui communiquant une phosphorescence notable.

» L'acide pyromellique retient énergiquement une matière colorante jaune, et je n'ai pu l'obtenir incolore qu'après un passage à l'état de sel de plomb.

» Ainsi préparé il répond à la formule (¹)

$$C^6H^2(CO^2H)^4, 2H^2O.$$

M. Wyrouboff a bien voulu mesurer ces cristaux qui appartiennent au système triclinique et a trouvé des valeurs identiques à celles obtenues par Naumann (²).

» Pour isoler l'acide benzènepentacarbonique, dont le sirop séparé de l'acide pyromellique renferme encore 15 à 20 pour 100, il faut traiter ce mélange desséché par une petite quantité d'acide acétique cristallisable qui laisse l'acide benzènepentacarbonique brut à l'état insoluble en se chargeant des acides incristallisables.

» De ces derniers, en dehors d'une petite quantité d'acide mellique qu'on peut encore extraire à l'état de mellate d'ammonium, je n'ai pu isoler aucun produit défini, soit par éthérification, soit par saturation à l'aide des principaux oxydes, qui ne fournissent que des produits amorphes que je n'ai pu convenablement purifier.

» Le charbon de bois employé dans ces recherches présentait la composition suivante après dessiccation à 130° : C = 87,62, H = 2,55, O = 8,38, cendres = 1,43. On voit d'après cela que l'excès d'hydrogène qu'il renferme, sur le rapport qui constitue l'eau, s'élève encore à 1,51 pour 100. Cette valeur suffit largement pour expliquer la formation de la quantité des acides benzènecarboniques que j'ai signalée, puisque la quantité d'hydrogène contenue dans l'acide mellique ne s'élève qu'à 1,75 pour 100. C'est

(¹) Trouvé pour l'acide desséché à 110° : C = 46,90 — 47,03, H = 2,30 — 2,39, O = 50,80 — 50,58. Calculé : C = 47,27, H = 2,36, O = 50,39. Perte à 110° = 12,59 pour 100. Calculé = 12,41. Soude nécessaire à la saturation de l'acide séché à 110° = 62,25. Calculé 62,95.

(²) *Journ. für Prakt. Chemie*, t. LII, p. 432; 1851.

donc le produit de la pyrogénation incomplète de la matière organique qui a formé le charbon de bois qui donne naissance aux divers produits trouvés dans le résidu de l'attaque par l'acide sulfurique. En effet, si, au lieu d'opérer avec du charbon de bois ordinaire, on fait agir le même acide sur du charbon de bois calciné au rouge blanc, l'attaque est beaucoup plus lente et plus difficile; le liquide ne se colore pas; le charbon, au lieu de se désagréger et de se transformer en une masse noire pâteuse, conserve sa forme primitive, et le résidu repris par l'eau ne laisse, après l'élimination de l'acide sulfurique, qu'une quantité négligeable d'un résidu jaune ne renfermant ni acide mellique ni acide phènepentaméthyloïque.

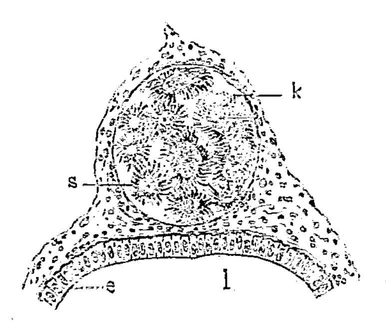
» J'espère pouvoir compléter ce travail par l'étude des produits secondaires engendrés dans l'action de l'acide sulfurique sur les divers combustibles minéraux. »

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle Grégarine parasite des Pinnothères des Moules.* Note de M. **Louis Léger**, présentée par M. Alfred Giard.

« Les *Pinnotheres pisum* Penn., que l'on trouve si fréquemment dans les Moules (*Mytilus edulis* L.) des côtes de la Manche, sont très souvent infestés par une Grégarine qui, par l'ensemble de ses caractères, appartient au genre *Aggregata* Frenzel. On sait que ce genre a été créé par Frenzel pour une Grégarine trouvée par lui dans l'intestin de *Portunus arcuatus* Leach et de *Carcinus maenas* L., et caractérisée surtout par ce fait que ses sporozoïtes se forment directement à l'intérieur du kyste sans qu'il apparaisse de sporocystes.

» L'espèce parasite des *Pinnotheres* présente également cette particularité, mais, tandis que chez *A. Portunidarum* Fr. les kystes mûrs se rencontrent dans l'intestin postérieur des Crabes; ici je n'ai jamais rencontré ces stades que dans la cavité générale de l'hôte. Pour cette raison je l'appellerai *Agg. cœlomica*. Les kystes cœlomiques se montrent comme de petits grains blancs, sphériques, de 150^{μ} en moyenne, à paroi mince, appendus à l'intestin ou enfouis dans le tissu conjonctif péri-intestinal tassé autour d'eux sans réaction inflammatoire. Ils renferment un grand nombre de sporozoïtes groupés en bouquets autour de reliquats granuleux sphériques ou allongés. Par leur situation, leur forme et leur contenu, ils rappellent d'une façon étonnante les figures données par les auteurs récents de l'ookyste mûr du parasite de la fièvre palustre dans l'*Anopheles*

(voir la figure). Les sporozoïtes, toutefois plus larges que dans ce dernier parasite, mesurent 15$^{\mu}$ de long et montrent une extrémité atténuée en pointe, tandis que l'autre est arrondie et renferme un noyau ovoïde ou étranglé en biscuit et formé d'un réseau chromatique très dense. A l'intérieur du kyste, ils sont immobiles et ils ne montrent d'ailleurs que des mouvements très faibles lorsqu'on les met en liberté dans le sang de l'hôte ou dans l'eau de mer, car on ne les rencontre jamais libres dans la cavité générale du Pinnothère.



Coupe transversale de l'intestin du Pinnothère au niveau d'un kyste cœlomique.
Grossissement : 180 diam.

l, lumière intestinale.
e, épithélium intestinal.
k, kyste cœlomique.
s, sporozoïtes disposés radiairement autour des reliquats.

» Malgré l'examen de nombreuses coupes sériées, je n'ai pas réussi à observer les états très jeunes du parasite et, par conséquent, à suivre complètement son évolution. Toutefois mes observations montrent que celle-ci présente d'intéressantes particularités et que la Grégarine possède une structure remarquable.

» Les parasites, en effet, se rencontrent, dans l'hôte infesté, en trois régions bien différentes : *a*, dans la lumière intestinale; *b*, sous l'épithélium intestinal; *c*, dans la cavité générale.

» *a. Formes intestinales.* — Presque toujours de grande taille, elles sont libres dans l'intestin ou les cæcums, isolées ou réunies par couples. C'est la forme adulte de la Grégarine, trapue, à peine trois fois plus large que longue et d'environ 150$^{\mu}$ de longueur. Le deutomérite est comme tronqué à son extrémité postérieure. Le protomérite, très mobile, est creusé à son sommet d'une dépression à bords très contractiles, comme une ventouse. Du fond de cette dépression s'élève un mamelon cylindroconique terminé par une petite pointe en rapport avec un organe qui n'a pas été jusqu'ici signalé chez les Grégarines. Cet organe consiste en une vacuole à contours

nets, sphérique ou piriforme, située dans l'entocyte du deutomérite, à une faible distance du septum. De cette vacuole part un canal, rectiligne ou ondulé (suivant l'état d'extension ou de contraction de l'animal), qui traverse le septum et remonte, dans l'axe du protomérite, jusqu'au fond de la ventouse pour venir aboutir au mamelon, dans lequel il se continue jusqu'au sommet. Malheureusement je ne puis dire si ce canal s'ouvre au sommet du mamelon, ou bien s'il se termine en cul-de-sac dans celui-ci. Dans le premier cas, plus probable, on aurait affaire soit à un appareil excréteur, peut-être venimeux, soit à un système aspirateur avec rudiment du tube digestif; dans le second cas, ce serait un organe fouisseur, une sorte de trompe érectile. La vacuole n'est pas douée de contractions rythmiques, bien que sa forme puisse varier faiblement avec les mouvements de l'animal. Elle renferme un liquide clair, parfois finement granuleux. L'iode ne la colore pas, tandis qu'il colore au contraire vivement les granulations entocytiques. Il existe en outre, souvent, une petite vacuole accessoire, soit à côté de la première, soit dans le protomérite et venant déboucher dans le canal central. Un tel organe ne doit pas être spécial à notre espèce et se retrouve sans doute chez les *Aggregata* des Crabes et peut-être chez les autres Grégarines des Crustacés. Je n'ai pas réussi à l'observer jusqu'ici chez les Clepsidrinides que j'ai examinées à ce point de vue.

» Le sort de ces Grégarines intestinales m'est inconnu; je ne les ai jamais observées à l'état de kystes, ce qui est peut-être dû à la saison (hiver) où j'ai fait mes observations. Frenzel a signalé ainsi une certaine périodicité évolutive chez d'autres Grégarines des Crustacés marins.

» *b. Formes sous-épithéliales.* — On rencontre également les Grégarines sous l'épithélium de l'intestin et des cæcums, entre la basale et les cellules épithéliales, qui sont alors soulevées et désorientées par le parasite. Mais il est à noter qu'on n'observe à ce niveau que peu ou point de réaction inflammatoire et de prolifération cellulaire.

» La taille des formes sous-épithéliales est très variée. Il y en a de petites sans septum différencié, mais beaucoup ont une taille adulte. Elles sont tantôt isolées, tantôt réunies en amas, sans orientation bien définie, sous les cellules qu'elles refoulent vers la lumière et écartent pour tomber finalement dans l'intestin. Peut-être quelques-unes d'entre elles gagnent-elles plus tard le cœlome par effraction de la basale, pour donner les kystes cœlomiques. Toutefois, j'inclinerais plus volontiers à croire que ces derniers proviennent des sporozoïtes qui, comme Duboscq et moi l'avons montré chez la Grégarine du Grillon domestique, franchissent de suite l'épithélium.

» *c. Formes cœlomiques.* — Dans le cœlome, les parasites se rencontrent le plus souvent sous la forme de kystes mûrs décrits plus haut. On en voit rarement plus de quatre ou cinq dans un même hôte, mais beaucoup d'autres paraissent avoir dégénéré au cours de leur développement. Je n'ai pas observé les premiers stades de la sporulation, ni aucune figure rappelant le phénomène de la conjugaison.

» Il ne me paraît pas douteux que ces kystes à sporozoïtes nus, absolument semblables à ceux de l'*Aggregata* intestinale de Frenzel, représentent une forme évolutive cœlomique de la Grégarine intestinale également si voisine de cette dernière par sa forme et son habitat.

» Peut-être ces formes cœlomiques sont-elles les seules susceptibles de reproduire le parasite. S'il en est ainsi, la mort de l'hôte est nécessaire pour que les sporozoïtes

puissent infester de nouveaux individus. Il n'est pas impossible, d'ailleurs, que ces germes nus effectuent les premières phases de leur développement chez un autre animal se nourrissant de Moules hébergeant les Pinnothères infestés. Cette hypothèse, toute gratuite, il est vrai, et déjà émise par Frenzel au sujet de son *Aggregata*, permettrait d'établir un nouveau et curieux rapprochement entre l'évolution de l'*Aggregata cœlomica* et celle du Sporozoaire du paludisme. »

ZOOLOGIE. — *Sur les cils des Cténophores et les insertions ciliaires en général.* Note de M. **P. Vignon**, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Il était essentiel d'étendre aux Cténophores, dont les cils, tant vibratiles qu'immobiles, sont développés d'une façon si remarquable, la critique que j'ai entreprise au sujet des granulations basilaires. Je croirai avoir ainsi, dans la série des Notes que j'aurai présentées, réuni des éléments suffisants pour la réfutation d'une théorie que certains auteurs soutiennent encore énergiquement ([1]).

» Les cils des palettes des Cténophores sont dépourvus d'insertions chromatiques. Mes observations ont porté sur des *Pleurobranchœa rhodopis*, des *Callianira bialata* et des *Beroë ovata*, qui m'ont été envoyés, soit du laboratoire de Banyuls, soit de celui de Naples, fixés par des procédés variés. Les résultats de mes observations diffèrent de ceux de Chun et de ceux de Samassa qui, l'un et l'autre, ont opéré sur des tissus trop macérés et mal colorés. Sur mes coupes, et cela d'une façon constante (tandis que Samassa n'avait rien vu d'analogue chez *Beroë*), chaque cellule porte un article cylindrique, concave latéralement; la base distale convexe est nettement distincte du faisceau ciliaire homogène qui lui correspond et qui parfois se montre décollé de la cellule. Chaque faisceau ciliaire est chromatique dans toute sa longueur. A sa base, il retient encore plus énergiquement la couleur, le ton se renforçant progressivement jusqu'au condyle d'insertion. Quant à l'article cylindrique basal, que Samassa n'a vu que dissocié en une bordure en brosse, compliquée de plusieurs couches de granulations, il reste, en réalité, entièrement incolore. (Certains cils, chez la larve de *Chironomus*, m'ont offert des exemples analogues d'une

---

([1]) Je mentionnerai en outre ici que, pour ce qui est des cellules collantes, je m'en tiens à la description de Chun, contre celle de Samassa. Il n'y a pas trace de filament axile. La belle granulation qu'on voit au centre de la concavité de l'hémisphère glandulaire donne insertion au filament spiral.

interversion complète dans la chromaticité normale du cil, par rapport à son insertion cytoplasmique.)

» Remarquons qu'il suffit de penser aux palettes des Cténophores pour ne pas soutenir, comme le font encore des auteurs récents, et Benda cette année même, que les cils, inertes et passifs, sont mus mécaniquement de l'intérieur de la cellule. Dans un autre ordre d'idées, les palettes des Cténophores sont loin de fournir un point d'appui à une théorie du mouvement ciliaire, fondée sur le métachronisme et destinée à rendre inutile l'action régulatrice du système nerveux, théorie que Verworn a proposée; elles fournissent au contraire un argument immédiat et décisif contre toute théorie de ce genre : Ici, dans chaque palette, les vibrations sont obligatoirement synchrones. Nulle part, d'ailleurs, le métachronisme n'est une condition essentielle du mouvement vibratile.

» Dans les autres régions des Cténophores se réalisent les diverses dispositions que peuvent revêtir les granulations ou plaques ectoplasmiques, lorsqu'elles sont rigoureusement superficielles. Les cils de l'épithélium nerveux, dans l'organe apical, ainsi que les cils immobiles des ressorts ou de la cloche, possèdent chacun leur granulation. Pour les cils des champs polaires, les granulations sont réunies en une plaque continue qui s'étend sur toute la cellule, même quand les cils paraissent insérés uniquement au centre du plateau. Ici encore, ceux qui n'ont pas de répugnance à *recouvrir* une cellule d'un complexe centrosomatique pourraient se maintenir à la rigueur sur le terrain de la théorie que je combats. Cette théorie est mise au contraire nettement en défaut quand nous examinons les cellules lamellaires, à membranelles en forme de sabre, que Chun a très exactement décrites à l'origine de l'estomac, chez *Beroë*. Nous les retrouvons chez *Pleurobranchœa* et *Callianira*, parfaitement typiques. Les cils s'insèrent sur une zone restreinte d'une longue plaque ectoplasmique, très colorable, en forme de lancette, et dont les extrémités aiguës se recourbent sur les côtés étroits de la cellule. On observe encore, disséminés sur l'ectoderme du Cténophore, des cirrhes coniques rigides, très chromatiques. Ils s'insèrent eux aussi, par une base nettement limitée, sur une longue plaque étroite, rectangulaire, recourbée à angle droit à ses deux bouts. Quelle homologation est-il possible de tenter entre ces plaques cellulaires et un complexe centrosomatique qui serait organisé en vue de l'appareil ciliaire?

» Voici une liste des diverses insertions ciliaires, telles qu'on les observe dans la série. Il n'y a pas lieu, dans cette liste, de tenir le moindre compte de la vibratilité du cil. Il n'y sera fait mention, ni des cas où les cils per-

forent une cuticule, surajoutée, ni des cas où ils se prolongent en des racines intracytoplasmiques, inconstantes. Cette liste constitue à elle seule une critique de la théorie des granulations basilaires, et pourrait peut-être même servir à la critique du centrosome, en tant qu'organe noble.

» Cils insérés sur des centrosomes fonctionnels; sur des centrosomes présumés, dans des cellules quiescentes; sur le noyau, ou sur un cytoplasma spécial qui renferme le noyau, et, dans l'un et l'autre de ces deux cas, avec ou sans granulation superficielle. Chez des Protistes, cils insérés, seuls ou par paire, sur une granulation plus ou moins voisine de la surface (à rapprocher du corpuscule central des Héliozoaires, sur lequel s'insèrent les prolongements axiles des pseudopodes). Chez les Métazoaires, cils insérés sur des granulations placées, sans doute, à la limite inférieure de l'ectoplasma; puis, différenciation de l'ectoplasma en une bordure en brosse, avec une granulation souvent à chaque extrémité des bâtonnets (à rapprocher des bordures en brosse non ciliées, toutes pareilles, aux cils près; ainsi que des bordures en brosse chromatiques, ciliées ou non, et des brosses non ciliées à différenciations basilaires chromatiques spéciales). Sur les cellules sans bordure en brosse, toutes les sortes d'ectoplasmas chromatiques, mentionnées par moi à propos des Tuniciers ou des Cténophores. Enfin, cils sans insertions décelables par un réactif aussi constant que l'hématoxyline ferrique, lorsque celle-ci agit sur des tissus fixés par l'immersion directe dans le sublimé acétique ou le liquide de Zenker.

» Sans doute on renoncera tôt ou tard à charger le centrosome (d'allure si tranquille dans les cellules quiescentes, en admettant qu'il s'y trouve vraiment) d'envoyer un de ses représentants au pied de chaque expansion ciliaire, vibratile ou non, pour y jouer un rôle impossible à préciser. Il semble que cette hypothèse aurait, de suite, été condamnée au point de vue mécanique, si l'on s'était rappelé que, dans un cil, ce n'est pas une génératrice prédéterminée qui est excitable, mais toutes, au gré des circonstances. Citons simplement les membranelles du *Stentor*, capables de vibrer soit métachroniquement vers la bouche, soit, synchroniquement, dans l'une ou l'autre des deux directions rectangulaires. »

ZOOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur la respiration des Annélides. Étude du* Spirographis Spallanzanii. Note de M. **Bounhiol**, présentée par M. Perrier.

« Nos recherches sur la respiration des Annélides ont été commencées sur le *Spirographis Spallanzanii* qu'on peut se procurer à Alger en abondance. Dans une eau non renouvelée, cet animal au bout de dix à douze heures commence à quitter ensuite son tube, jusqu'à s'en dépouiller com-

plètement dix ou quinze heures après, comme s'il voulait rendre sa respiration cutanée plus active.

» Dans une eau fréquemment renouvelée ou très aérée, l'animal vit, pour ainsi dire, indéfiniment; il se contracte vivement au moindre choc et aussi sans cause appréciable. Il reste alors enfermé dans son tube pendant un temps très variable, souvent très long, sans utiliser sa branchie. Ceci permet déjà de supposer que l'animal possède une respiration mixte, à la fois cutanée et branchiale, et aussi que, pour une période de temps courte, cette respiration n'est point une fonction simple du temps, l'animal n'utilisant sa branchie que d'une façon tout à fait irrégulière. Nous avons longuement étudié cette respiration, et nous avons essayé : 1° de la rendre visible; 2° de la mesurer; 3° d'évaluer approximativement, dans la respiration totale, la part de la peau et celle de la branchie; 4° d'étudier les variations de l'activité respiratoire avec les diverses conditions physiques et biologiques. Un dispositif simple nous a permis de mettre en évidence l'existence de cette double respiration.

» Un tube de verre, de dimensions égales à celle du tube naturel habité par l'animal, et percé de nombreux trous latéraux sur toute sa hauteur, est surmonté d'une ampoule de verre pouvant contenir la branchie épanouie. Il est en outre entouré d'un manchon de verre clos dont la capacité est sensiblement égale à celle de l'ampoule supérieure. L'ampoule et le manchon étant remplis d'eau de mer légèrement colorée en rose par quelques gouttes de phtaléate de sodium, on y introduit l'animal. Celui-ci intercepte la communication entre l'ampoule et le manchon, dont le liquide alimente exclusivement la respiration cutanée de l'animal, le liquide de l'ampoule n'étant utilisé que par sa branchie. On observe, dans ces conditions, la décoloration des deux étages de l'appareil, le manchon étant plus rapidement décoloré que l'ampoule. Les volumes de ces deux récipients étant, d'ailleurs, égaux, ceci permet de penser déjà que la respiration cutanée est plus active que la respiration branchiale.

» Nous avons pris, comme mesure de la respiration du *Spirographis*, la quantité d'anhydride carbonique produite dans l'unité de temps. Cette quantité, calculée sur des périodes de temps très longues et ramenée à 1^{gr} d'animal, nous a permis de comparer les divers résultats obtenus.

» Le dispositif qui nous a donné les résultats les plus constants peut se ramener schématiquement à ceci : Un bocal de volume et de section convenables contient de l'eau de mer avec le ou les animaux en expérience. Un courant d'air, aspiré par une trompe à eau et puisé au dehors, traverse cette eau de mer avec une vitesse également convenable. Il se charge par diffusion d'une certaine quantité de CO^2, se dessèche ensuite dans des tubes en U, abandonne plus loin son anhydride carbonique dans des tubes tarés à potasse et à cristaux humides de baryte — méthode du professeur

A. Gautier — et restitue l'eau entraînée dans les tubes précédents à d'autres tubes desséchants également tarés.

» Plus de quatre-vingts déterminations ont été faites de novembre à mai ; leur durée a varié de huit heures à quatre-vingt-dix-sept heures et plus. Elles nous ont permis de formuler les résultats généraux suivants :

» *a.* Pour chaque animal ou groupe d'animaux, il existe, avec un débit gazeux compatible avec une absorption chimique complète (de 80 à 110 bulles par minute environ), un volume d'eau de mer et une surface diffusante au delà desquels la quantité de CO^2 produite dans l'unité de temps demeure indéfiniment constante. La surface diffusante est représentée à chaque instant par la surface libre de l'eau dans le bocal augmentée de la somme des surfaces des bulles gazeuses qui traversent cette eau. Nous avons admis que ces conditions expérimentales réalisaient très approximativement les conditions biologiques normales.

» *b.* Au-dessus de ces limites minima, il s'établit cependant un régime permanent, caractérisé par la constance du poids de CO^2 produit, ce poids étant inférieur en valeur absolue à celui recueilli dans les conditions définies ci-dessus. Le Spirographe présente, à ce point de vue, une plasticité remarquable. Le coefficient d'activité respiratoire, c'est-à-dire le poids de CO^2 dégagé par gramme-heure, a pu varier, suivant les conditions expérimentales et sans dommage pour l'animal, entre $0^{mgr},13$ et $1^{mgr},04$. Il y avait entre deux adaptations successives une courte période de transition (huit à dix heures) après laquelle le coefficient respiratoire prenait une nouvelle valeur constante.

» *c.* L'animal s'accommode d'une atmosphère liquide chimiquement variable. Le coefficient respiratoire de l'animal étant calculé dans les conditions que nous avons considérées comme normales, ce coefficient n'a pas varié par la substitution progressive d'eau de plus en plus saumâtre à l'eau salée primitive, le volume liquide restant le même. La proportion d'eau douce substituée était chaque fois de $\frac{1}{10}$, et aucune perturbation ne s'est manifestée jusqu'à la proportion énorme de $\frac{4,5}{10}$ d'eau douce. Lorsque le chiffre de $\frac{5,5}{10}$ a été atteint, l'animal, toujours très vigoureux, est partiellement sorti de son tube et a fini par se séparer de sa branchie.

» *d.* La simple observation de l'animal nous avait fait pressentir que sa respiration ne serait point proportionnelle au temps, *pour des périodes courtes*. L'expérience a vérifié cette prévision. La raison de ce phénomène se trouve visiblement dans l'existence du tube où vit l'animal, et nous avons vérifié qu'un animal nu acquiert un coefficient d'activité respiratoire

exactement proportionnel au temps et égal, d'ailleurs, à celui calculé sur le même animal revêtu de son tube. Des pesées effectuées de deux heures en deux heures n'ont point donné de variations appréciables.

» *e*. Les petits *Spirographes* respirent, à poids égal, beaucoup plus activement que les gros. Ceci s'explique si l'on songe qu'à poids égal la surface des petits est beaucoup plus grande. Nous ne sommes pas encore arrivé à dégager nettement la loi de variation de l'activité respiratoire avec la taille.

» *f*. La part relative de la branchie et de la peau dans la respiration totale a été évaluée de la façon suivante : Un animal dont le coefficient respiratoire a été préalablement déterminé dans les conditions normales, est privé de sa branchie et remis en expérience. Au bout de douze heures, ce coefficient se trouve diminué d'un quart environ, et quinze heures après il est remonté au chiffre normal et s'y maintient. Un autre animal, de coefficient respiratoire également connu, est extrait de son tube, essoré et copieusement vaseliné, puis réintégré dans son tube. Au bout de dix heures son coefficient a baissé de plus des trois quarts et vingt-trois heures plus tard il est revenu à sa valeur normale.

» Dans les deux cas, l'animal revient donc, après une courte période de perturbation, au taux respiratoire normal, par une sorte de compensation organique rapide. Mais l'animal qui ne respirait qu'avec sa peau respirait mieux que celui qui ne respirait qu'avec sa branchie, et nous sommes arrivé à cette conclusion intéressante et quasi paradoxale : le Spirographe, vivant dans un tube et pourvu d'une branchie très hautement différenciée, respire, pour les trois quarts au moins, avec sa peau. Ainsi se trouve confirmée l'interprétation de notre expérience calorimétrique et qualitative du début.

» *g*. Entre des limites de température assez restreintes (12°-22°), l'activité respiratoire nous a paru augmenter légèrement avec la température. Peut-être y avait-il là une simple accélération de la dissociation spontanée des bicarbonates de l'eau de mer.

» *h*. La lumière n'a point d'action non plus. Les lumières colorées n'ont pas d'action particulière. Les bocaux colorés en jaune, rouge, vert, bleu, n'ont pas modifié les résultats.

» *i*. L'influence de la pression n'a pas pu être étudiée.

» *j*. De novembre à mai, nous n'avons pas rencontré d'animaux privés de produits génitaux et n'avons pu par conséquent étudier les relations de l'activité respiratoire avec la maturité sexuelle et la stérilité. »

ZOOLOGIE. — *Les glandes défensives ou odorantes des Blattes.* Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« On trouve, à la région postéro-abdominale des Blattes mâles (*Periplaneta orientalis* L. et *Peripl. americana* L.), une glande volumineuse, composée, arborescente, reposant sur la face inférieure de l'abdomen et formée d'une série de tubes ramifiés dichotomiquement, que quelques rares auteurs (1) ont, à tort, considérée comme une dépendance de l'appareil génital mâle. Cet organe, dépourvu de réservoir collecteur, débouche, par un orifice ovale, sur un arceau chitineux situé au-dessous du tube pénial et n'est autre chose qu'une glande défensive ou odorante, de même nature que celles que nous avons décrites chez les Coléoptères.

» La glande sécrète un liquide volatil, à odeur forte, nauséabonde, parfois âcre et alliacée, rappelant l'odeur de souris ou celle du vieux fromage en décomposition.

» La sécrétion s'effectue d'une façon continue; parfois cependant elle s'accélère, surtout quand l'animal est en danger, qu'il est poursuivi ou saisi par un ennemi quelconque. D'autre part, la nature de ce produit est nettement alcaline, ainsi que le prouvent les réactifs suivants : papier de tournesol et phtaléine.

» La *glande odorante* ou *défensive* des Blattes est très apparente, quand on a débarrassé l'abdomen du tube digestif et des organes reproducteurs mâles. Elle présente la forme d'un sac obliquement allongé d'arrière en avant et aplati horizontalement. Son diamètre s'élargit progressivement au fur et à mesure qu'on s'approche de son extrémité antérieure qui est mousse et légèrement arrondie. Sa coloration est d'un blanc mat, tirant sur le jaune et tranche nettement sur la teinte, beaucoup plus claire, des organes environnants. Située sur le côté droit de l'abdomen, elle repose sur les muscles sterno-longitudinaux et mesure de 11^{mm} à 13^{mm} de long sur 2^{mm} à $2^{mm},5$ dans sa plus grande largeur.

» L'extrémité antérieure de la glande s'étend jusqu'au cinquième sternite abdominal.

» Elle oblique ensuite vers la gauche et passe sous le double cordon nerveux, un peu en arrière du cinquième ganglion. La chaîne nerveuse et les deux gros tubes trachéens qui l'accompagnent latéralement la recouvrent alors d'une façon complète. Arrivée au-dessous du dernier ganglion de l'abdomen, elle continue sa marche en

(1) La bibliographie complète de la question, fort courte du reste, sera faite ultérieurement, au moment de la publication de notre Mémoire.

arrière et passe sous le conduit éjaculateur, dont elle n'est séparée que par un espace assez étroit. L'organe se rétrécit ensuite, s'aplatit transversalement et est limité, de chaque côté, par deux gros faisceaux musculaires.

» Il est alors constitué par un tube cylindrique portant de nombreuses ramifications, sur les parois desquelles se détachent de courts rameaux terminés en cæcums arrondis. Peu à peu les branches latérales diminuent de longueur et disparaissent totalement, ne laissant que le conduit excréteur, tube à peu près cylindrique, à parois minces, transparentes et recouvertes intérieurement d'un manchon chitineux (*intima*). Ce dernier est hérissé de petites soies, disposées en lignes parallèles, dont le nombre et la taille augmentent progressivement à mesure qu'on s'approche de l'orifice terminal.

» Ce dernier, situé au-dessous du pore génital, est placé sur un arceau chitineux dont les deux branches antérieures sont recourbées, et la postérieure, plus large que les précédentes, se termine en pointe mousse.

» Il n'y a pas de réceptacle glandulaire, et c'est la partie terminale du conduit efférent qui en tient lieu.

» La glande est formée d'une série de tubes sécréteurs cylindriques, ramifiés dichotomiquement et terminés en cæcum à leur extrémité distale. Les ramifications sont parfois très courtes et n'apparaissent souvent que comme de petits tubercules placés latéralement. Les divers tubes arborescents sont étroitement unis entre eux et forment un massif assez compact, entouré d'une très mince membrane péritonéale.

» La structure histologique de ces tubes rappelle celle des acini des glandes défensives des Carabides, avec cette différence toutefois que, chez ces derniers, la partie sécrétante est uniquement localisée dans les acini et non dans les canalicules efférents, tandis que, chez les Blattes, tous les tubes sont entourés d'une couche épithéliale ou plutôt d'une assise de glandules monocellulaires et sont par conséquent sécréteurs dans toute leur étendue. Aussi, pourrait-on peut-être faire à ce sujet quelque rapprochement avec ce qu'on observe dans les glandes des Dytiscides.

» La disposition générale de l'organe est donc celle d'une glande tubuleuse, arborescente, très ramifiée. Le lumen de chaque tube sécréteur est irrégulièrement cylindrique et présente, de distance en distance, de petites sinuosités, sortes de protubérances latérales coniques très courtes. Il est entouré d'une membrane chitineuse interne ou *intima*, contre laquelle sont appliqués çà et là de petits noyaux à grand axe transversal. L'intima présente de nombreuses perforations qui sont les orifices de petits canalicules intracellulaires. Ces pores sont surtout abondants et disposés régulièrement aux extrémités tubulaires arrondies, donnant à ces dernières l'apparence de pommes d'arrosoir ou d'écumoire.

» Tous les tubes glandulaires présentent la même structure histologique. Il en est de même du tronc principal, placé dorsalement, dont le diamètre est supérieur à celui de ses congénères et qui, dans sa partie postérieure élargie, peut jouer le rôle de réservoir collecteur. Chaque tube étant glandulaire dans toute son étendue, peut être considéré comme un acinus démesurément allongé.

» Une section de l'un quelconque de ces tubes, faite perpendiculairement à son axe, nous présente à considérer, en partant de l'extérieur :

» 1° Une membrane péritonéale très ténue, caractérisée par une lamelle circulaire

transparente et par quelques rares noyaux localisés çà et là contre les bords externes de deux cellules adjacentes épithéliales.

» 2° Une assise de cellules sécrétantes, disposées au nombre de huit à douze autour du lumen central. Chaque élément, de forme trapézoïdale, renferme un gros noyau externe et une vésicule intracellulaire suivie d'un canalicule efférent hyalin et filamenteux, également intracellulaire, qui va déboucher dans le canal central, après avoir traversé l'intima chitineuse. L'ensemble constitue donc un groupement de glandules monocellulaires.

» 3° Une intima chitineuse ou limitante interne, présentant de légers plissements et criblée de petits pores qui sont les orifices des canalicules excréteurs des cellules glandulaires périphériques. Contre la face externe de l'intima se trouvent appliqués des noyaux, de forme ovale, irrégulièrement espacés et qui appartiennent à l'assise des cellules chitinogènes internes.

» Quant au liquide sécrété, dont nous avons signalé au début l'odeur si spéciale, il est de nature franchement alcaline. »

BOTANIQUE. — *Sur l'existence de laticifères à contenu spécial dans les Fusains.* Note de M. Col, présentée par M. Guignard.

« L'écorce des Fusains renferme dans sa région libérienne des cellules spéciales, qui n'ont pas été signalées chez ces plantes, et qui sont remplies d'une substance élastique possédant de nombreux caractères communs avec le caoutchouc et surtout avec la gutta-percha.

» L'*Evonymus japonicus* Thunb., espèce si répandue dans les parcs et les jardins, permet de les étudier facilement, car elles y sont très nombreuses dans le liber secondaire de la tige et de la racine.

» Ce sont des cellules rectilignes, d'uue longueur relativement considérable, variant de $0^{mm},5$ à 2^{mm} sur 10^{μ} à 15^{μ} de diamètre; elles se terminent en pointe plus ou moins aiguë. Leur paroi, mince et cellulosique, n'offre ni épaississement particulier, ni différenciation spéciale.

» Leur contenu est opaque, granuleux et en obture complètement la cavité. Insoluble dans l'eau, l'alcool absolu, l'éther, les acides, il se dissout *complètement* et instantanément dans le chloroforme et le sulfure de carbone; ces solutions évaporées dans une capsule laissent une mince pellicule blanchâtre, flexible, se détachant facilement et offrant une faible élasticité. Soluble dans les carbures neutres, il se dissout moins rapidement dans la benzine, le xylène, le toluène et, avec une extrême lenteur, dans l'essence de térébenthine, tandis que sa solution dans la paraffine fondue est immédiate. Comme la gutta-percha, il est également soluble dans l'éther de pétrole ou le pétrole bouillant, qui l'abandonne ensuite en se refroidissant.

» Ce contenu présente un caractère qui n'a pas encore été signalé chez les laticifères : *il s'éclaire fortement en lumière polarisée, nicols croisés.* Nous avons con-

staté que cette propriété est bien due au contenu et non à la membrane cellulaire. En outre, il se colore par l'orcanette acétique et la plupart des réactifs des latex.

» La substance qui remplit les cellules sécrétrices du Fusain se rapproche donc par son aspect et ses propriétés physiques du contenu de certains laticifères; sa dissolution intégrale dans les divers dissolvants constitue un caractère assez remarquable [1].

» Elle est résistante et élastique, de telle sorte que, si l'on brise une écorce sèche qui en renferme, les morceaux restent unis par des filaments d'un blanc soyeux éclatant, dont l'élasticité augmente par la chaleur; c'est là un caractère des plantes à caoutchouc. Cette substance diffère cependant des fils élastiques retirés du latex de certains *Ficus*, qui restent sombres en lumière polarisée et se désagrègent tout de suite par l'essence de térébenthine; elle se rapproche davantage du contenu des laticifères de l'*Eucommia ulmoïdes*, qui se comporte comme elle par rapport à la lumière polarisée et au térébenthène.

» Ces cellules sécrétrices sont donc des laticifères; l'étude chimique de leur contenu, dont M. Gabriel Bertrand a bien voulu se charger, fera l'objet d'une Communication ultérieure.

» La différenciation de ces éléments est tardive dans la tige. Chez l'*Evonymus japonicus*, on ne les aperçoit, aux extrémités des rameaux, que dans les tissus secondaires; c'est en vain qu'on les recherche dans les rameaux de l'année mesurant jusqu'à $0^{m},15$ de long; il n'y en a même pas toujours dans ceux qui sont âgés de deux ans.

» On les trouve peu abondants et répartis sans ordre dans le liber secondaire; mais, à partir de la huitième année environ, le cambium donne une épaisse couche annuelle de laticifères, séparés de ceux de l'année précédente par une couche plus mince d'éléments à parois cellulosiques épaisses, ondulées, écrasées l'une contre l'autre et à reflet nacré; leur contenu, qui ne renferme d'abord que des granulations isolées, prend rapidement l'aspect compact définitif. Les laticifères nettement différenciés, avec leurs dimensions à peu près définitives, ne sont parfois séparés du bois que par une ou deux assises cambiales.

» Plus précoces dans la racine, les laticifères y apparaissent dès le début des formations secondaires. L'embryon n'offre pas de laticifères.

» J. Moeller [2] avait aperçu et figuré ces organes sécréteurs dans le liber d'*Evonymus obovatus* Nutt. (*E. americanus* L.); mais il s'était complè-

---

(1) La substance, voisine de la gutta, que l'on extrait à l'aide de ces solvants, constitue à elle seule le contenu des laticifères, et le rendement en est important, puisque 50^{gr} d'écorces sèches en ont donné 5^{gr}.

(2) J. Moeller, *Anatomie der Baumrinden*, p. 285, *fig.* 103; 1882.

tement mépris sur leur nature, car il les considérait comme des fibres en voie de transformation pectique.

» Nous avons constaté que les tiges des *Evonymus fimbriatus* Wall., *E. radicans* Sieb et Zucc., *E. manus* Bieb., se rapprochent beaucoup de l'*E. japonicus* pour la répartition des laticifères.

» L'apparition des laticifères est également tardive et leur disposition très irrégulière, dans les tiges des *E. europœus* L., *E. latifolius* L., *E. americanus* L., *E. verrucosus* Scop.; enfin, dans l'*Evonymus alatus* Thunb., il n'y en a que dans les tiges très âgées.

» Au contraire, dans les racines, tout au moins dans celles des *E. latifolius* L., *E. verrucosus* Scop. et *E. europœus* L., les laticifères existent nombreux aux extrémités mêmes des radicelles, dans le *liber primaire*.

» L'écorce officinale de la racine de l'*Evonymus atropurpureus* Jacq. renferme également ces mêmes laticifères, et c'est là que nous les avons vus pour la première fois; les coupes transversersales, en effet, montrent leur contenu sous forme de filaments étirés par le rasoir, et sortant de certaines cellules du liber.

» Ainsi tous les Fusains examinés ont des laticifères dont l'apparition est plus ou moins tardive ([1]). Jamais il n'y en a dans la *feuille*, le *pétiole*, la moelle ou le parenchyme cortical.

» De nombreuses Célastracées sont dépourvues de laticifères. Chez les *Hippocratéacées* et dans le genre *Wimmeria* (Célastracées), les laticifères, sur la nature desquels on n'était pas encore fixé, sont identiques comme forme à ceux des *Evonymus*, mais leur répartition est variable; c'est une étude qui est presque achevée et que nous nous réservons de publier ultérieurement. »

BOTANIQUE. — *Sur la structure des rejets chez les végétaux ligneux*. Note de M. **Marcel Dubard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« La plupart des arbres et des arbustes sont capables de donner des rejets qui se forment, suivant les espèces, lorsque l'arbre est en pleine vigueur, ou bien lorsque sa vitalité diminue, ou bien seulement après section du tronc au ras du sol. Les rejets sont issus soit des racines (*Populus*,

---

([1]) Dans les rameaux des plantes adultes, car, chez l'*Evonymus japonicus*, nous en avons trouvé dans les plantules âgées d'environ trois mois.

Ulmus, Corylus, Lycium, etc.), soit des bourgeons dormants des souches (*Quercus*), soit de la zone cambiale lorsqu'il y a eu sectionnement (*Quercus, Populus nigra*).

» Les tiges formant rejets, quelle que soit leur origine, se trouvent placées dans des conditions particulières de nutrition, notablement différentes de celles des branches normales. C'est ainsi, par exemple, que leur relation plus directe avec les racines leur procure une plus grande quantité d'eau. Il en résulte généralement une croissance rapide et une structure simplifiée, car on sait que la turgescence active la rapidité du développement et retarde, au contraire, la différenciation des tissus.

» Je me propose de préciser dans la présente Note les caractères de structure des rejets, en comparant un rejet d'un an à la pousse normale de l'année, chez la même espèce.

» Prenons comme type le *Populus nigra* dont les rejets sont fournis surtout par les racines :

» Les échantillons ont été recueillis au mois d'octobre au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau dirigé par M. Gaston Bonnier, où ces recherches ont été faites.

» La branche présente cinq côtes très saillantes, correspondant aux lignes d'insertion des feuilles, un bourgeon terminal bien protégé, tandis que la pousse sur racine a une tige presque arrondie et un bourgeon terminal dissocié; le diamètre de la tige est, en outre, plus grand dans la pousse que dans la branche.

» Au point de vue anatomique, les caractères les plus saillants de la pousse sur racine par rapport à la branche sont les suivants :

» 1° *Tige.* — Les cellules de l'épiderme sont plus grandes, mais à parois et à cuticule moins épaisses. Les cellules du liège, au lieu d'être d'abord isodiamétriques, sont aplaties tangentiellement dès leur formation. Le liège est partout sous-épidermique, au lieu que, dans la branche, il est profond dans la région des côtes où se trouve un sclérenchyme qui manque dans la pousse sur racine.

» Le collenchyme, extérieur au parenchyme lacuneux profond de l'écorce, est moins développé, à cellules plus grandes et à parois plus minces; il y manque les cellules scléreuses dont ce tissu est parsemé dans la branche. Quant au parenchyme interne, il est très développé et contient peu de macles d'oxalate de calcium, très abondantes au contraire dans le parenchyme similaire de la branche. Il en résulte un mode différent de formation des lacunes : dans la pousse sur racine, les lacunes se forment surtout par décollement des cellules, tandis que, dans la branche, elles résultent surtout de la destruction des membranes ([1]).

» Dans la pousse sur racine, les fibres péricycliques sont disposées en longs arcs

---

([1]) Ces différents modes ont été signalés par Eberhardt (*Comptes rendus*, 13 février 1899).

continus et non en îlots volumineux. Le liber est moins développé par rapport au bois; l'épaisseur de la couche ligneuse, souvent plus considérable dans les entre-nœuds inférieurs, décroît beaucoup plus rapidement que dans la branche. En somme, dans la pousse sur racine l'assise génératrice fonctionne très activement, mais forme surtout du bois à lignification tardive; enfin la partie interne lignifiée du bois présente les caractères d'un mauvais aoûtement [1].

» 2° *Feuille.* — La feuille fournit des caractères particulièrement nets; les feuilles tantôt plus grandes, tantôt plus petites que celles de la branche, sont toujours plus arrondies, en cœur à la base, et la pointe qui termine la feuille normale est au moins très atténuée; les stipules sont beaucoup plus développées, parfois même foliacées et persistent assez longtemps; le pétiole est plus court et beaucoup moins aplati que celui des feuilles normales; les différences signalées pour les divers tissus chez les deux tiges, se retrouvent dans les tissus correspondants des pétioles; enfin la marche des faisceaux, si compliquée dans le pétiole normal, est considérablement simplifiée dans le pétiole de la pousse sur racine. Une coupe faite au sommet du pétiole nous montre le système libéroligneux réduit à deux ellipses superposées dans ce dernier pétiole, alors qu'il ne comprend pas moins de quatre ellipses dans le pétiole normal. Le limbe est moins épais, à tissu palissadique bien moins développé, à tissu lacuneux moins dense et moins chlorophyllien.

» Je termine en signalant une observation que j'ai faite sur les trois espèces de peupliers indigènes les plus répandues (*Populus nigra, P. alba, P. tremula*) qui toutes donnent des pousses sur racines; les feuilles de ces pousses sont beaucoup plus comparables entre elles, au point de vue de la forme du limbe et de la structure du pétiole, que celles des branches; en particulier la marche des faisceaux est sensiblement la même chez les trois espèces et les coupes faites au sommet du pétiole offrent à peu près le même aspect. Il y a là comme une atténuation des caractères spécifiques et retour à une forme commune.

» En résumé : 1° Les rejets tendent à prendre des caractères de plantes herbacées : Croissance rapide, entre-nœuds allongés, stipules développées et persistant longtemps, bourgeons dissociés; différenciation moindre des tissus, en particulier des tissus de protection et de soutien; production peu abondante de liber par rapport au bois, mauvais aoûtement; tissu assimilateur peu développé; excrétion d'oxalate de calcium beaucoup moindre.

» 2° Dans un même genre, il semble que les rejets présentent chez les diverses espèces une ressemblance plus grande avec atténuation des caractères spécifiques. »

---

(1) Kövessi, *Recherches biologiques sur l'aoûtement des sarments de la Vigne* (*Revue générale de Botanique*, 1901).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la proportion de l'eau comparée à l'aoûtement des végétaux ligneux.* Note de M. F. **Kövessi**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Communication précédente [1], j'ai exposé que la production des fruits chez les végétaux ligneux est soumise aux circonstances climatologiques de deux années consécutives. J'ai démontré que l'année qui suit une année sèche fournit des rendements abondants et que l'année qui suit une année humide se fait remarquer par une faible production. J'ai fait voir, d'autre part, que les rendements en fruits sont liés au degré d'aoûtement des rameaux qui portent des bourgeons florifères. Une des causes qui jouent un rôle capital dans l'aoûtement des branches est la quantité d'eau qui leur parvient.

» Cette quantité d'eau produit deux autres effets très importants : 1° elle influe sur la répartition des branches à fruits sur la plante; 2° elle contribue à former l'architecture du végétal.

» 1° On observe que, chez les végétaux, à partir d'un certain âge, les rameaux florifères se présentent d'abord sur la tige principale, à une distance relativement faible des racines. Plus tard, l'endroit où naissent les ramifications florifères n'est pas le même; il peut encore naître dans les mêmes régions des ramifications, mais ces dernières ne portent plus de fleurs. Celles qui en possèdent naissent dans une autre région du végétal successivement sur les branches primaires, puis secondaires, puis tertiaires, etc., de sorte que la distance qui les sépare de la base du tronc va en augmentant progressivement avec le développement de la plante et avec l'épaississement du tronc.

» 2° En outre, il n'est pas difficile de constater, quand on suit le développement d'un arbre, que certaines branches nées sur le tronc disparaissent au bout de quelques années, de telle sorte que ce tronc est complètement dénudé jusqu'à une assez grande hauteur. Les branches de première, de deuxième, de troisième ordre voient également disparaître des ramifications qu'elles ont portées à un moment donné.

» Si les branches nouvelles nées dans les régions basses d'un arbre ne donnent plus naissance à des fleurs, c'est qu'elles sont anatomiquement

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 923; 15 avril 1901.

très différentes de celles qui, quelques années avant, naissaient aux mêmes endroits et étaient florifères : elles sont beaucoup moins bien aoûtées. C'est un fait que met complètement en lumière l'étude anatomique de ces ramifications.

» De même, la chute de certaines ramifications, nées soit sur le tronc principal, soit sur des branches de premier, deuxième, troisième ordre, est liée au degré d'aoûtement des couches annuelles fournies les dernières années. Ces assises sont beaucoup moins bien aoûtées soit que celles qui se formaient les années précédentes, soit que les assises de la même année des branches florifères; on le constate par des mesures micrométriques portant sur la dimension des cellules et les épaisseurs relatives de leurs parois.

» Ces faits s'expliquent par les quantités d'eau variables qui arrivent aux rameaux que nous étudions. On sait, en effet, qu'une plante enfonce annuellement des racines dans des couches du sol de plus en plus profondes, dans lesquelles la quantité d'eau est en général plus considérable que dans des couches superficielles. La racine met ainsi une plus grande quantité d'eau à la disposition de la plante, augmentant chaque année.

» Or, la partie conductrice de la tige de la plante peut être considérée comme formée d'une multitude de tubes capillaires. La quantité d'eau qui est à la disposition d'une région déterminée du végétal est proportionnelle au nombre de ces tubes; d'après ces données, il est évident que la quantité d'eau qui arrive aux mêmes rameaux placés sur le tronc est chaque année de plus en plus considérable et que, par suite, l'aoûtement des couches annuelles formées successivement est de plus en plus imparfait. Ces branches finissent, une année déterminée, par ne plus être dans les conditions nécessaires pour former des fleurs.

» Pour une raison analogue, les branches nées sur le tronc reçoivent chaque année des quantités d'eau croissantes et sont, par suite, de moins en moins bien aoûtées. Au moment où les conditions biologiques ne leur permettent plus d'avoir assez de résistance pour lutter contre la rigueur du froid de l'hiver dans les régions tempérées, ou bien contre la sécheresse dans les régions chaudes, contre les diverses maladies, etc., les branches périssent et tombent. C'est ainsi que le tronc finit par être dépouillé, sur une hauteur de plus en plus grande, des branches qu'il a portées les années précédentes. Les mêmes faits s'observent successivement sur les grosses ramifications de premier, deuxième, troisième ordre, etc., et l'on se les explique de la même manière.

» Si l'on observe les végétaux ligneux, on se rend compte facilement de l'existence de ce fait. La chose est surtout remarquable chez les arbres fruitiers cultivés en éventail, en espalier ou en candélabre, car, dans ce cas, l'influence de la chaleur et de la lumière sur l'aoûtement n'est pas modifiée par l'ombre due aux branches de la couronne. J'ai eu l'occasion de faire des observations à cet égard pendant plusieurs années en plusieurs contrées de l'Europe, et cette année encore aux environs de Paris, pendant mon séjour au laboratoire de Botanique de la Sorbonne et au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau. Les branches florifères sont toujours placées conformément aux règles que j'ai exposées plus haut. Elles sont plus nombreuses sur les branches éloignées de la tige, qui ont des conduits d'eau plus longs, et, par cette raison, moins d'eau; et elles sont en plus grand nombre si la branche est en même temps verticale, là où l'action de la pesanteur tend à diminuer l'excès d'eau. On voit, en outre, que les grosses branches qui sont parvenues à un certain diamètre ont perdu les ramifications qu'elles ont portées antérieurement. Les vignes cultivées en cordon présentent un phénomène semblable. Ces phénomènes se passent de la même manière, bien qu'ils soient moins faciles à constater, dans les arbres ou dans une vigne présentant une taille quelconque.

» En résumé : 1° *la forme d'un arbre ainsi que l'emplacement de ses branches florifères sont, en majeure partie, déterminés par des conditions relatives à l'aoûtement;* 2° *le degré d'aoûtement des branches et, par suite, le nombre des fleurs et des fruits de l'année suivante est plus grand quand la quantité d'eau que reçoit la plante est moins considérable.*

» Ces faits nous donnent des renseignements précieux sur la taille rationnelle des arbres et de la vigne; ce qu'il importe de régler, c'est la quantité d'eau que recevra la plante. Il faut connaître la quantité et la disposition des racines dans les diverses couches du sol où elles exercent leurs fonctions, et les propriétés de ces couches au point de vue de leur contenu en eau. Dans certains cas, la taille des racines elle-même est possible, et l'on devra la pratiquer de façon à atteindre le but que l'on se propose. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur l'électrolyse des tissus animaux.* Note de M. EDOUARD BRANLY.

« Le phénomène décrit par MM. Bordier et Gilet dans leur Communication du 20 mai dernier m'avait été montré par Apostoli il y a quelques années. Il l'avait observé fréquemment dans sa pratique électrothérapique. Voici comment il le produisait pour la démonstration.

» Deux aiguilles d'or ou de platine étaient plongées dans un bloc de viande fraîche, à une distance de 2^{cm} environ l'une de l'autre et enfoncées perpendiculairement d'à peu près 1^{cm}. Ces aiguilles étaient reliées aux deux pôles d'un tableau de Gaiffe à courant continu et le réducteur de potentiel était tourné de telle façon que le courant circulant dans le tissu animal fût de 50 à 80 milliampères; dans le premier passage l'intensité variait très peu. Après deux minutes, par la clef d'inversion, on renversait brusquement le courant, l'intensité tombait rapidement à quelques milliampères et y restait. Après deux minutes encore, on revenait au sens primitif, l'intensité remontait vers sa valeur initiale 50 à 80 et variait peu ensuite. Nouveau renversement après deux minutes, dans lequel l'intensité retombait rapidement à quelques milliampères.

» J'ai eu l'occasion de reproduire cette expérience sous diverses formes avec Apostoli et le Dr Albert Laquerrière à la fin de 1899 et au commencement de 1900, par la méthode monopolaire et la méthode bipolaire, soit avec des aiguilles d'or et de platine, soit avec des aiguilles oxydables. La mort d'Apostoli a interrompu nos recherches et les résultats n'ont pas été publiés.

» Étant parvenu à réaliser le même phénomène avec des *électrolytes visqueux*, en l'absence de tout tissu, j'ai pensé qu'il y avait intérêt à faire connaître mes essais.

» Après diverses tentatives, je me suis arrêté à des solutions de *gomme arabique* dans l'eau de la Vanne et je les ai électrolysées soit par la méthode monopolaire, soit par la méthode bipolaire. Ces solutions offraient au passage du courant une résistance assez comparable à la résistance de la viande fraîche des expériences rappelées plus haut. J'ai fixé les circonstances qui devaient être choisies (concentration de la solution, intensité et voltage du courant, écartement et enfoncement des électrodes) pour obtenir dans les mêmes conditions de temps le phénomène observé dans l'électrolyse des tissus.

» *Méthode monopolaire.* — La solution de gomme était versée dans une capsule de platine qui était reliée à l'un des pôles du tableau, la seconde électrode était une aiguille de platine flambée, enfoncée d'environ 1^{cm} dans la solution et distante aussi d'environ 1^{cm} du fond de la capsule.

» L'aiguille étant négative, l'intensité du courant était amenée par la rotation du réducteur de potentiel à une certaine valeur et elle variait peu, en montant en général. Dans la suite on ne touchait plus au réducteur. Après deux minutes, on renversait brusquement le courant, ce qui rendait l'aiguille positive, l'intensité baissait alors rapidement et restait très faible. L'aiguille étant rendue négative après deux minutes, l'intensité

remontait comme dans la première phase. Par un nouveau renversement après deux minutes, elle redevenait positive et retombait. Voici un exemple.

» Solution renfermant 35^{gr} de gomme; volume total, 120^{cc}. 1° *Aiguille négative :* 100 milliampères au début et 28 volts au voltmètre. Lentement l'intensité va à 130 volts et atteint 145 volts après deux minutes (quand la déviation augmente à l'ampèremètre, elle diminue au voltmètre). 2° Renversement brusque à la fin des deux minutes, *aiguille positive*. De 145 l'intensité tombe lentement, puis rapidement et s'est abaissée à 2 milliampères en dix-sept secondes, puis ne varie plus. 3° Renversement brusque à la fin des deux minutes du second passage, *aiguille négative,* ascension rapide à 145, puis lente à 158. 4° Renversement brusque à la fin des deux minutes du troisième passage, *aiguille positive,* chute à 2 milliampères en vingt secondes, et l'intensité ne varie plus.

» Dans la méthode monopolaire, c'est lorsque l'aiguille est positive que l'intensité s'abaisse rapidement à une très petite valeur; le passage du courant est, au contraire, facile quand l'aiguille est négative. Ce résultat est le même que pour la viande électrolysée par la méthode monopolaire.

» Pour un même poids de gomme dans une solution et un voltage faible au voltmètre, l'intensité est peu différente quand l'aiguille est positive ou négative; elle est toutefois plus faible avec une aiguille positive. Pour un voltage suffisant, on a le phénomène pris comme type avec la viande. Le voltage s'élevant encore, une chute assez rapide se produit aussi avec une aiguille négative.

» *Méthode bipolaire.* — La solution gommeuse était versée dans un petit cristallisoir en verre où plongeaient deux aiguilles de platine distantes de 12^{mm} et enfoncées d'environ 1^{cm}. J'ai dû opérer dans des conditions de concentration et de voltage plus étroites que par la méthode monopolaire. Il m'a été avantageux d'ajouter à la solution 1^{gr} ou $0^{gr},50$ de sel marin pour augmenter la conductibilité.

» L'exemple suivant se rapporte aux conditions moyennes de la réalisation du phénomène.

» Solution gommeuse renfermant 40^{gr} de gomme arabique pour 120^{cc} de solution et 1^{gr} de sel marin. Aiguilles enfoncées de 8^{mm} dans la solution. *Première phase :* 128 milliampères au début, 22 volts au voltmètre, l'intensité monte lentement à 132. *Deuxième phase :* Renversement brusque du courant à la fin des deux minutes du premier passage; chute en dix secondes à 2 milliampères, puis oscillations de 2 à 5 milliampères. *Troisième phase :* Renversement brusque après les deux minutes de la deuxième phase; ascension rapide à 60, chute à 20, ascension en oscillant jus-

qu'à 110, puis constance. *Quatrième phase :* Renversement brusque après les deux minutes du troisième passage, chute à 3 milliampères, pas de variation marquée.

» Ici encore, pour un trop petit voltage, l'intensité est peu différente dans deux passages de sens contraires, tout en étant plus faible aux phases paires et plus forte aux phases impaires. Pour des voltages que j'appellerai *moyens,* la chute est très accentuée pour les phases paires. Avec des voltages trop élevés, il y a une très forte chute pour les deux sens du courant.

» Après le passage du courant pendant deux minutes, les deux aiguilles sont enveloppées sur leurs parties mouillées par la gomme d'une gaine visqueuse et mousseuse. Si l'on plonge les deux aiguilles dans l'eau pure, la *négative* se débarrasse *rapidement* de sa gaine, en trente secondes par exemple, la positive reste plus longtemps entourée d'un manchon *adhérent* de bulles gazeuses et de liquide gommeux, surtout vers la pointe, et il faut souvent plus de cinq minutes pour que les bulles se détachent complètement. Les caractères de la gaine positive, sa production et sa disparition à l'une, puis à l'autre des électrodes, rendent assez bien compte des phénomènes que j'ai décrits et de ceux beaucoup plus complexes que l'on observe quand on augmente la durée des passages du courant. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Les origines de l'iode de l'organisme. Cycle biologique de ce métalloïde.* Note de M. **P. Bourcet**, présentée par M. Armand Gautier.

« Après avoir donné une méthode de recherche et de dosage des traces d'iode contenues dans les matières organiques [1] j'ai présenté à l'Académie une série de Notes sur l'iode normal des organismes vivants. J'ai démontré que, chez l'animal, l'iode se trouve non seulement dans la glande thyroïde, comme le pensait Baumann, mais encore dans le sang [2] et dans presque tous les organes; qu'il s'élimine par la peau et ses annexes (poils, sueur, ongles, etc.) chez l'homme, alors que, chez la femme, cette élimination s'effectue non seulement par la peau et ses annexes, mais aussi par le sang menstruel; constatation parallèle à celle qui avait été faite par

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 1120.
(2) *Comptes rendus,* t. CXXX, p. 1721.

M. Armand Gautier relativement à l'élimination de l'arsenic normal de l'économie ([1]).

» Je me propose d'étudier dans la présente Note quelles sont les origines de l'iode de l'organisme.

» Pour résoudre ce problème, j'ai recherché successivement l'iode dans l'air, l'eau, le sol, les plantes marines et d'eaux douces, les matières alimentaires et végétales qui pouvaient fournir cet élément.

» On sait, depuis les travaux de M. A. Gautier (1898), que l'iode existe *sous forme organique et organisée* dans l'air, dans l'eau de mer et les eaux de rivières ou de sources. Chatin, Bussy, Marchand, Van Ankum avaient trouvé dans l'eau de pluie, la neige, les eaux des fleuves, des rivières et des lacs, des traces d'iode qu'ils croyaient y exister uniquement sous forme d'iodures. M. Chatin l'a signalé aussi dans un grand nombre de terrains et a même cru remarquer qu'il augmente en même temps que le fer. J'ai établi, pour ma part, la présence presque constante de l'iode dans les terres arables.

» Les plantes marines contiennent beaucoup d'iode ; il en est de même des végétaux d'eau douce. Muller, Bussy, Chatin, Macadam, Hepp, Tarphati et Yuiestra ont publié à ce sujet plusieurs centaines de dosages probants. Enfin, en 1899, M. A. Gautier a établi la présence constante de l'iode dans la grande famille des Algues.

» Mais l'existence de l'iode dans les plantes terrestres n'avait guère été constatée que par Chatin, et dans quelques espèces seulement. J'ai repris cette étude, et de plus d'un millier d'analyses des plantes les plus diverses ([2]), alimentaires ou non, j'ai pu tirer les conclusions suivantes :

» Les fruits d'arbres et les matières fortement amylacées ne contiennent pas ou du moins très peu d'iode ; les fruits des arbustes et des arbrisseaux en contiennent davantage ; les espèces végétales les plus riches sont celles qui fournissent à l'alimentation des racines, des pivots, des tubercules non amylacés, ou encore des feuilles ou des tiges herbacées.

» Les vins français peuvent se classer suivant leurs teneurs décroissantes en iode : ceux du Mâconnais, du Beaujolais, des Pyrénées-Orientales et de l'Aude tiennent la tête ; viennent ensuite les vins de Gironde et ceux provenant des terrains jurassiques fortement ferrugineux ; la liste est close par les vins de Champagne, qui ne contiennent pas d'iode. Remarquons toutefois que cette classification ne reposant que sur 54 dosages ne saurait être absolue.

» Étant donné que non seulement la glande thyroïde contient de l'iode, mais qu'il s'en trouve encore dans le sang et dans presque tous nos organes, on devait s'attendre à rencontrer ce métalloïde dans la plupart des matières alimentaires d'origine animale,

---

([1]) *Comptes rendus du Congrès international de Médecine. Section de Physiologie.* Paris, juillet 1900.

([2]) *L'iode normal de l'organisme : ses origines, son rôle, son élimination.* Paris, 1900.

» Les résultats d'environ 1300 dosages permettent de dire que la chair de tous les poissons et mollusques d'eau de mer et d'eau douce contient de l'iode; il semble que le poisson conservé est plus riche en iode que le même poisson mariné, et que tous deux en contiennent sensiblement moins qu'à l'état frais.

» La viande de boucherie est très pauvre en iode; la plus iodée semble être celle du porc, puis viennent les viandes de mouton, de bœuf, de cheval, de veau et d'âne.

» La charcuterie, à poids égal, contient encore moins d'iode que la viande de boucherie : le lard et la graisse n'en contiennent que des traces infimes.

» Les salaisons sont légèrement plus iodées que les parties fraîches dont elles proviennent. Le gibier d'eau est plus riche en iode que la volaille de basse-cour.

» En règle générale, le lait contient de l'iode, mais sa teneur varie dans de grandes proportions suivant l'alimentation des animaux qui le produisent. Il en est de même pour les œufs; j'ai trouvé que l'iode y était au maximum en été et au minimum en hiver.

» *En résumé*, on comprend sans peine que, croissant sur des terrains et arrosées par des eaux qui contiennent de l'iode, les plantes doivent, après l'avoir assimilé, apporter cet élément à l'organisme des animaux herbivores qui, à leur tour, le repassent aux animaux carnivores.

» L'homme étant omnivore doit disposer d'une assez forte proportion d'iode pour cette raison que les végétaux qui forment la base de son alimentation sont généralement beaucoup plus riches en ce métalloïde que les tissus animaux dont il se nourrit également.

» Tel est le *processus* par lequel l'iode pénètre dans l'économie. J'ai démontré d'autre part comment se fait l'élimination de ce métalloïde lorsqu'il est en excès dans l'organisme humain; le cycle complet de l'iode biologique, but que je m'étais imposé, est donc ainsi complètement déterminé. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Procédé de préparation de levures basses de brasserie fermentant à haute température*. Mémoire de M. **Georges Jacquemin**. (Extrait par l'auteur.)

« Les meilleures conditions d'existence des levures de bière à fermentation basse sont habituellement obtenues en les faisant évoluer dans le moût houblonné presque neutre, à une température inférieure à 10° centigrades. Mais j'ai constaté que si, dans des cultures pures successives d'une race quelconque de levure de bière à fermentation basse, on substitue peu à peu à une partie du moût nourricier une quantité égale d'un même moût additionné d'un acide organique, on peut arriver, après une vingtaine

d'opérations, à cultiver la levure uniquement dans un milieu nutritif ayant une acidité équivalente en acide tartrique à 7gr par litre.

» Si, pendant ces cultures successives, on a soin d'élever progressivement la température en même temps qu'on augmente l'acidité du milieu, on arrive, après un grand nombre de générations, à obtenir un ferment qui évolue facilement en moût acide à une température supérieure à 25°.

» Ce caractère de fermentation à haute température se trouve alors fixé, même si l'on pratique un certain nombre de générations en moût neutre, et les autres propriétés de la race de *Saccharomyces* ne sont pas modifiées : la levure reste basse quand on l'emploie à la fermentation d'un moût de brasserie préparé par les méthodes ordinaires, mais non réfrigéré au-dessous de 20° à 25°.

» La bière ainsi obtenue sans glace possède toutes les qualités organoleptiques des bières préparées à basse température, et peut sans inconvénient être conservée et supporter les transports à un degré de chaleur égal à celui qui a présidé à sa fermentation. Il résulte donc de mes recherches qu'un *Saccharomyces* à caractères nettement déterminés peut, lorsqu'on le fait évoluer dans des conditions de milieu et de température entièrement différentes, changer de nature au point de vue de certaines de ses propriétés, tout en conservant d'autres caractères de race. »

PHYSIOLOGIE. — *Les otolithes et l'audition.* Note de M. **Pierre Bonnier**, présentée par M. Alfred Giard.

« Dans une récente Communication à l'Académie (¹), M. Marage, rappelant la composition des milieux liquides de l'oreille interne, admet que la grande densité que le mélange de sels calcaires prête aux liquides labyrinthiques en fait un admirable conducteur du son et que la fonction des otolithes est de maintenir aussi constante que possible la conductibilité acoustique de ce milieu.

» J'ai montré à plusieurs reprises depuis dix ans (²) que ni les oto-

(¹) 29 avril 1901.

(²) *Sur les fonctions otolithiques* (*Soc. de Biologie*, 18 fév. 1893). — *Sur l'inertie des milieux auriculaires* (*Soc. de Biologie*, 2 fév. 1895). — *L'oreille*, vol. II et III, Coll. Léauté; 1896.

lithes, ni la conductibilité acoustique, n'avaient aucun rapport direct avec l'audition. En effet :

» 1° Dans l'oreille de l'homme, par exemple, les masses calcaires se trouvent dans des parties du labyrinthe qui ne sont nullement auditives (utricule, saccule) et manquent dans le département le plus manifestement auditif de l'oreille interne : le limaçon.

» 2° Dans la série animale, les formations otolithiques présentent leur maximum d'importance morphologique et fonctionnelle chez les Invertébrés qui n'entendent pas et chez les premiers Vertébrés encore dépourvus d'audition (1). Ce n'est qu'après les Amphibiens que nous voyons simultanément diminuer l'importance des otolithes et se développer l'audition.

» 3° Dans le développement ontogénique des Vertébrés entendants, les liquides labyrinthiques sont très riches en sels calcaires pendant la vie fœtale, avant l'aptitude auditive, et perdent rapidement cette richesse dès la naissance, quand l'oreille commence à entendre.

» Il y a donc, dans les domaines de l'anatomie humaine, de la phylogénie et de l'ontogénie, une opposition évidente entre les conditions qui favorisent la conductibilité acoustique et celles que réclame l'exercice de l'audition.

» 4° La clinique est encore plus formelle. Tout ce qui tend à augmenter la densité des liquides labyrinthiques et la conductibilité acoustique nuit immédiatement à l'aptitude auditive. L'épreuve des pressions centripètes de Gellé a pour effet de diminuer la capacité du récipient labyrinthique par enfoncement de l'étrier, de tenir le liquide sous pression et de le rendre meilleur conducteur. Elle a également pour effet d'éteindre l'audition. D'autre part, les exsudats albumineux, fibrineux, inflammatoires, les effusions hémorragiques, les processus de calcification, sans compter la sclérose des tympans membraneux de l'oreille interne, tout ce qui augmente la densité et la conductibilité acoustique des milieux auriculaires a pour résultat infaillible d'altérer et de supprimer l'audition. Plus une oreille devient bonne conductrice du son, moins elle entend.

» 5° La Physiologie doit aujourd'hui reconnaître que la conduction acoustique, c'est-à-dire la transmission moléculaire de l'ébranlement sonore, n'a aucune action directe sur l'audition. J'ai montré que l'audition est liée à la liberté d'inertie des milieux suspendus de l'oreille, suscep-

---

(1) *L'audition chez les Invertébrés* (*Revue scientifique*, 27 décembre 1890).

tibles de mise en oscillation totale. Toute gêne apportée à cette liberté d'oscillation totale, molaire et non moléculaire, est une entrave à l'audition; et l'audition, en un mot, varie en raison directe de la liberté d'oscillation molaire des milieux suspendus de l'oreille, et en raison inverse de la conductibilité moléculaire et acoustique. Les phénomènes auditifs ne sont pas d'ordre acoustique, mais sont liés aux phénomènes hydrodynamiques de l'oreille interne. Les otolithes et la conductibilité acoustique n'ont rien à y voir. »

MÉDECINE. — *Un cas de trichosporie* (piedra nostras) *observé en France.* Note de **Paul Vuillemin**, présentée par M. Bouchard.

« Nous avons observé récemment à Nancy, sur la moustache d'un homme de trente-six ans, des poils enveloppés, dans leur portion moyenne, d'une gaine dure, irrégulière, parfois mince, parfois saillante comme le chaton d'une bague. La gaine ne commençait guère qu'à 1^{cm} de la racine et s'étendait sur une longueur de 1^{cm} à $1^{cm},5$, avec ou sans interruptions. Sa couleur sombre, un peu verdâtre, tranchait peu sur la moustache noire. Le poil, avec son revêtement, atteint un tiers de millimètre d'épaisseur, soit trois fois environ le calibre des parties nues. Celles-ci sont parfaitement normales, ainsi que la portion folliculaire.

» L'enduit qui revêt les poils de moustache se compose de cellules végétales à paroi épaisse, incrustées dans une substance fondamentale. La plupart des cellules parasites sont rondes, et leur dimension, bien qu'assez inégale, oscille en général entre $2^{\mu},5$ et $4^{\mu},5$.

» Par son aspect extérieur comme par les premières indications de l'examen microscopique, la gaine parasitaire répond au *Champignon des chignons,* observé à Londres par Beigel, rapporté successivement aux Algues (*Pleurococcus Beigelii* Küchenmeister et Rabenhorst, 1867), aux Champignons (*Sclerotium Beigelianum* Hallier, 1868), puis à divers genres de Bactéries (*Zoolœa* Eberth, 1873; *Hyalococcus* Schrœter, 1886; *Chlamydatomus* Trevisan, 1889; *Micrococcus Beigelii* Migula, 1900). Le même parasite est signalé à Breslau par Schrœter, d'après le Dr Caro. On l'a rencontré sur les chevelures vivantes ou coupées.

» Notre espèce a de grandes analogies avec l'agent de l'affection connue en Colombie sous le nom de *piedra*, en France sous le nom de *trichomycose noueuse* ou *nodulaire* de Juhel-Rénoy, qu'il ne faut pas confondre avec la *trichomycosis nodosa* de Patteson. Deux cas de piedra nostras ont été signalés en Allemagne sur la moustache par Behrend et par Unna; le parasite de ces affections européennes, comme le Champignon

de Colombie, avait des éléments volumineux qui l'opposent au Champignon de Beigel comme à notre parasite.

» L'enduit parasitaire est d'une consistance ferme; la résistance qu'il opposait au peigne a fait remarquer sa présence à notre patient; toutefois il n'avait pas cette dureté de pierre qui ébrèche le rasoir et qui a fait donner à l'affection son nom espagnol de *piedra*. Les Européens qui ont reçu des cheveux piédriques de Colombie n'ont d'ailleurs pas réussi à vérifier ce caractère. Nous n'avons pas non plus constaté la viscosité superficielle qui provoque l'adhérence et l'enchevêtrement des poils dans les chevelures abondantes. Mais les conditions ne sont pas identiques dans une moustache bien soignée et dans une chevelure en désordre. Notre cas vient donc se placer, à la suite de ceux de Behrend et Unna, dans la catégorie de la piedra nostras, tout en étant l'œuvre d'un parasite spécifiquement distinct. Cette affection étant jusqu'ici inconnue en France, il nous a semblé utile de la signaler avec quelque détail.

» Le *parasite de la piedra* a toujours été considéré comme extérieur au poil. Dans notre cas, il ne pénètre pas dans l'écorce; cependant il contracte avec l'épidermicule des connexions plus étroites qu'on ne l'a dit. L'épidermicule du poil est plus adhérent au parasite qu'à l'écorce, et, si l'on détache mécaniquement l'enduit superficiel, opération que l'on ne réalise pas, à sec, sans quelque effort, l'épidermicule vient avec lui et tapisse la face concave des débris arrachés. L'acide formique a raison de l'adhérence de l'enduit; après son action, une simple compression du poil entre une plaque et une lamelle de verre détache de grands lambeaux cryptogamiques encore tapissés par l'épidermicule.

» Une coupe transversale, pratiquée dans le poil malade au niveau d'une nodosité piédrique, explique cette adhérence. Les écailles épidermiques, soulevées, rebroussées par le parasite, pénètrent comme des crampons entre ses cellules; par places les éléments cryptogamiques arrivent au-dessous d'elles jusqu'au contact de l'écorce.

» L'examen attentif du parasite en place démontre que ce n'est pas une bactérie, mais un champignon.

» Ses plastides sont de vraies cellules, munies d'un noyau. En effet, les réactifs de la chromatine colorent, dans chacun d'eux, un granule bien arrondi de $0^{\mu},3$ à $0^{\mu},5$. Ces cellules ne sont point, primitivement, plongées sans ordre dans une masse hyaline comme les *Coccus* d'une zooglée. Sur les bords encore minces d'un enduit en croissance, nous distinguons des séries tortueuses et ramifiées de cellules légèrement unies entre elles, comme on en observe chez d'autres Dermatophytes. Les cellules extrêmes des séries appliquées au poil sont parfois allongées et vidées de leur contenu; elles semblent sacrifiées au rôle fixateur, tandis que des rameaux vivants procèdent des articles précédents et contribuent à épaissir l'enduit. Sur des coupes pratiquées per-

pendiculairement à la surface du poil dans des nouûres épaisses, on retrouve la disposition radiée sur de longues séries de cellules, tandis que l'examen superficiel donnait l'impression d'une simple mosaïque ou d'un amas désordonné.

» Le mucilage intercellulaire, résultant de la confluence des lamelles superficielles de la membrane, prend, à la surface de la masse, un aspect granuleux irrégulier.

» Ces détails de structure, qui n'ont pas été cherchés dans les cas antérieurs, ne sauraient opposer notre parasite à ceux de Juhel-Rénoy, Behrend, Unna; nous le rangeons dans le même genre *Trichosporum*. Les cultures que nous décrivons ailleurs confirment ce rapprochement. D'après les dimensions des cellules et l'aspect de l'ensemble, il ne diffère pas du Champignon des chignons de Beigel; nous proposons, en conséquence, de le nommer *Trichosporum Beigelii* (Rabenhorst).

» Pour désigner ce groupe d'affections, le terme de *trichosporie* est préférable à celui de *piedra* qui invoque un symptôme inconstant, et même inconnu dans les formes européennes. Il est plus précis que celui de trichomycose nodulaire, également appliqué à des affections bactériennes.

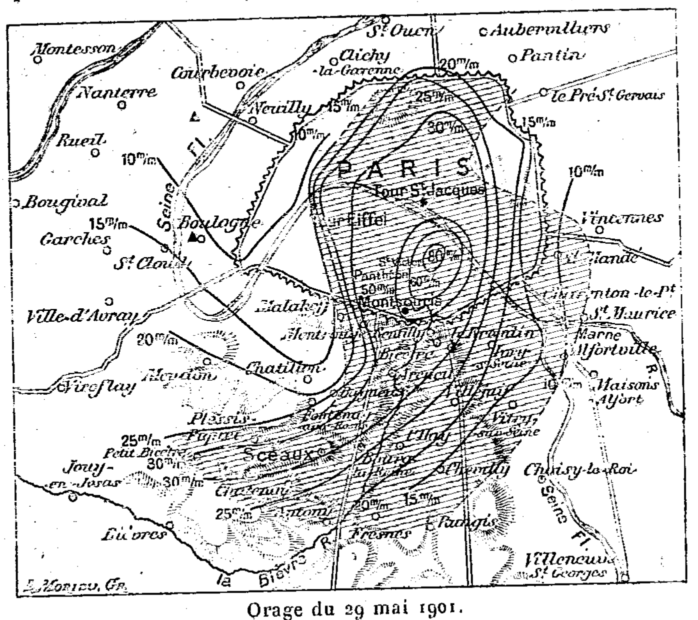
» L'affection décrite dans cette Note a cédé rapidement à l'emploi de lavages fréquents avec une solution aqueuse de sublimé à 2 pour 1000. Quatre jours après le début du traitement, les poils et les fragments d'enduit, transportés sur des milieux nutritifs, sont restés stériles. En brossant énergiquement sa moustache avec la solution de sublimé, le patient a réussi à faire disparaître les enduits parasitaires en quatre semaines. Malgré la suppression de l'épidermicole aux points envahis, la moustache offre aujourd'hui un aspect parfaitement sain. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'orage du* 29 *mai* 1901. Note de **Joseph Jaubert**, présentée par M. Mascart.

» L'orage qui a éclaté sur Paris dans la journée du 29 mai 1901 a été d'une intensité exceptionnelle; il a duré une heure et demie, et pendant ce temps il a plu presque continuellement; l'averse a été souvent torrentielle, et parfois mêlée de grêlons.

» Les premiers éclairs ont été observés (de Montsouris) à $1^h 30^m$ et a partir de $2^h 6^m$ jusqu'à la fin de l'orage ils ont été suivis de coups de tonnerre et se sont rapidement succédé. On distinguait principalement trois foyers orageux qui semblaient planer au-dessus des quartiers nord et centre de Paris et sur ceux du sud-est (ce foyer de beaucoup plus important); le troisième foyer était constaté au-dessus de la banlieue

Sud. La carte de répartition de la pluie montre en effet que ce sont ces points où l'on a recueilli la plus forte quantité d'eau.



Orage du 29 mai 1901.
Répartition de la pluie sur Paris et la banlieue Sud
(Les *hachures* indiquent la zone couverte par la grêle).

» La grêle a été souvent mêlée à la pluie, mais de $3^h 5^m$ à $3^h 10^m$ elle est tombée seule; pendant cette chute les grêlons étaient si serrés et si abondants que pendant un instant ils ont déterminé un véritable obscurcissement du ciel. Leurs grosseurs et formes étaient très variables : à Montsouris, ceux recueillis avaient en grand nombre de 25^{mm} à 35^{mm} de diamètre et quelques-uns atteignaient même 40^{mm}; à la Tour Saint-Jacques il en est tombé qui avaient la forme d'un parallélépipède très accusé.

» Au début de la pluie les premières gouttes (à $2^h 20^m$) étaient énormes; on en a mesuré qui laissaient sur le sol une trace de 3^{cm} à 5^{cm} de diamètre. Sur Paris les averses ont commencé de $2^h 28^m$ à $2^h 35^m$ pour ne prendre fin que de $3^h 35^m$ à $3^h 45^m$, et à certains moments elles revêtaient un caractère tout à fait torrentiel. On a recueilli sur Paris 20^{mm} d'eau à la Villette, 22^{mm} au cimetière de Belleville, 24^{mm} aux Buttes-Chaumont, 26^{mm} au pont de l'Alma (Bureau central météorologique), 28^{mm} à Montmartre, 33^{mm} à l'hôpital Saint-Louis et dans le square Saint-Jacques, 53^{mm} à Montsouris (dont $52^{mm},7$ en 52^m), 60^{mm} au Panthéon et enfin 80^{mm} au réservoir Saint-Victor, rue Linné, près le Jardin des Plantes. Ce dernier nombre est le plus élevé que nous connaissions authentiquement observé à Paris, les averses les plus fortes enregistrées jusqu'à présent n'ayant guère dépassé 50^{mm} à 60^{mm} (1). Sur les XVe et XVIe arrondissements les pluviomètres n'ont accusé que de 12^{mm} à 15^{mm}.

(1) Des averses ayant donné plus de 50^{mm} ont été observées à Paris : 9 septembre

» Dans la banlieue Sud la pluie a été également très forte, les pluviomètres ont enregistré : 20^{mm} à Fresnes, Bagneux et Châtillon, 22^{mm} à Villejuif, Chalais-Meudon, 25^{mm} à Fontenay et 30^{mm} au Petit-Bicêtre. Il est donc tombé de 20^{mm} à 30^{mm} d'eau sur les versants de la Bièvre et de ses petits affluents, ce qui a déterminé une élévation très rapide et anormale du niveau de cette rivière.

» Les observations météorologiques ont permis de suivre les différentes phases de la formation et du développement de cet orage de chaleur.

» Le 29 mai, pendant la nuit, le ciel a été très beau, et c'est seulement un peu après 8^h que se formait à l'horizon une grande bande de cumulus et en même temps naissaient sur tout le ciel des alto-cumulus à ondulations parallèles. A 9^h, la nappe d'alto-cumulus en petits moutons serrés tendait à disparaître vers le Nord-Est; on distinguait ensuite à l'Ouest-Nord-Ouest un massif de cumulo-nimbus qui se développa très rapidement et dont le sommet était barré d'alto-cumulus gris. A midi on observait au Sud un cumulo-nimbus sombre et un gros cumulus à capuchon dont les parties mamelonnées supérieures s'élevaient très rapidement. Enfin, quelques minutes avant l'orage, les nuages étaient presque immobiles, de direction générale Sud-Ouest, et l'on voyait flotter épars quelques fracto-nimbus ayant un mouvement Nord-Est.

» A Montsouris, l'observation des nuages avait indiqué des vitesses extrêmement faibles :

	Direction.	Hauteur évaluée.	Vitesse.
h m 9.15 alto-cumulus....	° W. 40 S.	m 3500	m 5 par seconde
10.15 fracto-cumulus..	W. 5 N.	1500	3 »
» ..	W. 35 S.	1500	3 »
11.45 faux cirrus......	S. 35 N.	3000	2 »

» La vitesse du vent mesurée à terre était sensiblement la même que celle des couches supérieures; toutefois, pendant la chute de la grêle, il s'est produit un coup de vent qui a atteint de 11^m à 12^m et qui a été constaté avec la même intensité et presque au même instant à Montsouris, à la Tour Saint-Jacques et à la Tour Eiffel. Au Bureau central météorologique, le phénomène s'est manifesté au même moment, mais il a été de force moindre.

1865 : 52^{mm} de midi 45^m à 3^h (Observatoire); — 20 septembre 1867 : 56^{mm} en trente minutes (Parc Monceau); — 27 juillet 1872 : 35^{mm} à 50^{mm} de 7^h30^m à 8^h30^m (suivant les quartiers); — 10 septembre 1896 : 35^{mm} à 50^{mm} de midi à 2^h30^m (suivant les quartiers).

Pendant l'orage, on a constaté une hausse barométrique très rapide (à $3^h 5^m$) de 3^{mm} à Montsouris; à la Tour Saint-Jacques, le même mouvement n'a eu qu'une amplitude de $1^{mm},5$. Enfin, indépendamment du refroidissement progressif déterminé par cet orage, il y a eu une baisse thermique de 8°,5 en trente minutes; après la fin de la pluie, la température est redevenue normale. »

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 JUIN 1901.

Le Système métrique des Poids et Mesures; son établissement et sa propagation graduelle, avec l'histoire des opérations qui ont servi à déterminer le mètre et le kilogramme, par M. BIGOURDAN. Paris, Gauthier-Villars, 1901: 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Wolf.)

Les plantes tinctoriales et leurs principes colorants, par V. THOMAS. Paris, Gauthier-Villars et Masson et Cie, s. d.; 1 vol. in-12. (présenté par M. Moissan.)

Premières récoltes, par ALPH. MATHEY. (Extr. de la *Revue des Eaux et Forêts* des 15 mars, 1er avril, 1er mai 1901.) Poitiers, impr. Blais et Roy; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Hepaticæ Galliæ. Herbier des Hépatiques de France, fasc. IX (nos 201-231). Cahan par Athis (Orne), T. Husnot, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de M. T. Husnot.)

Argentine-Chilian boundary in the Cordillera de los Andes. Argentine evidence. Introductory statement and chapter I to XXX, and appendix. London, printed for the governement of the Argentine Republic, by WILLIAM CLOWES et fils, 1900; 4 vol. in-4°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Profils géologiques transversaux de la Cordillère Argentino-Chilienne, stratigraphie et techtonite, par le Dr CARL BURCKHARDT. *Première partie du rapport*

définitif sur une expédition géologique exécutée par le Dr LEO WEHRLI *et le Dr* CARL BURCKHARDT, avec 32 Planches. (*Anales del Museo de La Plata. Seccion geologica y mineralogica,* II.) La Plata, 1900; 1 vol. pet. in-f°. (Présenté par M. de Lapparent.)

A binary canon, showing residues of powers of 2 *for divisors under* 1000, *and indices to residues,* compiled by LT.-COL. ALLAN CUNNINGNAM, under the auspices of a British Association Committee. Londres 1900; 1 vol. in-4°.

The Journal of the College of Science, imperial University of Tokyo, Japan. Vol. XV, Part. I. Tokyo, 1901; 1 vol. pet. in-4°.

Astronomische Beobachtungen an der k. k. Sternwarte zu Prag, in den Jahren 1892-1899, *nebst Zeichnungen und Studien der Mondoberfläche nach photographischen Aufnahmen.* Auf öffentliche Kosten herausgegeben von professor Dr L. WEINEK, director der k. k. Sternwarte in Prag. Prague, 1901; 1 vol. in-4°.

Sitzungsberichte der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; I-XXII, 10 januar-25 april 1901. Berlin; 14 fasc. in-8°.

Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1899-1900. Berlin, Georg Reimer, 1900; 1 vol. in-4°.

N° 22.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 3 juin 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.



N° 22.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1901

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 23 (10 Juin 1901).

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leur Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JUIN 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Études sur la neutralisation. — Sur le titrage à l'aide des colorants des acides et des alcalis à fonction complexe*, par M. BERTHELOT.

« On sait que les fonctions complexes des acides et des alcalis peuvent être discernées et même dosées, dans une certaine mesure, par divers colorants. La différence qui existe à cet égard entre le tournesol, la phénolphtaléine et le méthylorange a été l'objet de travaux approfondis, destinés à distinguer les acides forts des acides faibles, et les fonctions multiples, spécialement celles de l'acide phosphorique. J'ai montré l'application des mêmes procédés au dosage des alcalis à fonction complexe, tels que les diamines (1), et j'ai donné la théorie thermochimique de ces effets

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XX, p. 180; 1900.

(*Thermochimie : Données et lois numériques*, t. I, p. 356). Des applications pratiques fort intéressantes de ces notions ont été faites à l'étude de l'acidité des liquides organiques, tels que l'urine et le suc gastrique. Mais il s'agit alors de mélanges fort compliqués, dont l'étude donne lieu à des hypothèses et à des discussions délicates. C'est pourquoi il me paraît utile de consigner ici quelques résultats observés sur des composés organiques purs, bien définis, et susceptibles de fournir à cette diagnose des fondements certains.

» Le nombre des colorants aptes à virer par l'action des acides ou des alcalis étant considérable, et le terme des virages variant pour chacun d'eux, suivant les conditions des équilibres que déterminent les fonctions propres des acides ou des alcalis qui produisent le virage, je me limiterai aux colorants suivants :

» Le *tournesol*, le mieux connu et le plus usité, qui vire également, quoique avec des teintes différentes, par les acides et par les alcalis, même en présence de l'ammoniaque;

» Le *méthylorange*, qui vire au rouge par les acides forts minéraux, de même en présence de l'ammoniaque; il doit être employé à froid;

» La *phénolphtaléine*, incolore en solution acide, même avec les acides faibles, mais colorable en rouge par les alcalis; elle ne réussit pas en présence de l'ammoniaque.

» Le bleu Poirrier C_4B rougit par les alcalis libres; bleuit par les acides les plus faibles.

» Je rappellerai encore que les matières colorantes sont susceptibles d'être entraînées par les précipités que forment, par exemple, les sels de chaux ou de baryte : ce qui modifie les conditions des virages, soit immédiatement, soit au bout de quelque temps; à la fois par les réactions consécutives plus ou moins lentes qu'éprouvent les précipités, et par la fixation des laques colorées sur ces derniers.

» J'ai expérimenté les corps suivants, choisis à dessein parmi les types des composés constitutifs des liquides de l'économie :

» Acides-alcalis, dérivés des acides-alcools, tels que l'acide oxyacétamique, autrement dit amidoacétique, ou glycocolle, ou oxyacétamine; l'oxycaproamine, ou acide oxycaproamique, ou acide amidocaproïque, autrement dit leucine;

» Les trois acides isomères oxybenzamiques, autrement dit oxybenzamines, ou amidobenzoïques, appartenant aux types ortho, méta, para.

» L'acide hippurique, dérivé amide normal de l'oxyacétamine et de l'acide benzoïque; la taurine, acide-alcali dérivé d'un acide sulfoné;

l'acide aspartique, acide alcool-alcali dérivé de l'acide malique; enfin l'acide urique, dérivé complexe de l'urée.

» 1. Glycocolle (oxyacétamine ou acide amidoacétique)

$$C^2H^5AzO^2 = 75.$$

Ce corps dérive de l'acide oxyacétique $C^2H^2(H^2O)O^2$ par substitution, dans la fonction alcoolique, de AzH^3 à H^2O; ou, ce qui revient au même, de AzH^2 à H dans l'acide acétique $C^2H^4O^2$. On opère sur le corps cristallisé. $3^{gr},750$ + eau = 300^{cc}; c'est-à-dire 1 molécule de glycocolle = 4^{lit}.

» *Phtaléine.* — Réaction acide. 50^{cc} exigent 15^{cc} NaOH décime ($2^{gr} = 1^{lit}$) pour la neutralisation. Virage progressif.

» Cela fait, pour 4^{lit} = 1 molécule du composé: 1200^{cc} de NaOH (1 molécule monovalente = 20^{lit}). Soit $NaOH + 16,7\,C^2H^5AzO^2$.

» *Méthylorange.* — Réaction alcaline. 50^{cc} exigent 15^{cc} de SO^4H^2 ($2^{gr},45 = 1^{lit}$), 1 molécule bivalente = 40^{lit}. Soit $\frac{1}{2}SO^4H^2 + 16,7\,C^2H^5AzO^2$.

» *Tournesol.* — Très légèrement acide. 50^{cc} exigent $1^{cc},7$ de NaOH ($2^{gr} = 1^{lit}$), soit $NaOH + 150\,C^2H^5AzO^2$ environ.

» *Bleu* C_4B. — Réaction acide. Pour NaOH, décoloration progressive, sans limite définissable.

» On voit par ces nombres que l'équilibre de dissociation déterminé par l'eau : — soit entre la combinaison sulfurique du glycocolle, envisagé comme base (oxyacétamine), et ses composants; soit entre la combinaison sodique du glycocolle, envisagé comme acide (acide oxyacétamique), et ses composants, — représente un système presque entièrement dissocié.

» C'est ce que montre également la Thermochimie : la formation de la combinaison chlorhydrique dissoute (par HCl pour 1 molécule) dégageant $+1^{Cal}$, et la formation de la combinaison sodique dissoute (par NaOH), $+3^{Cal}$ (*Thermochimie : Données et lois numériques*, t. II, p. 669). Ces équilibres varient d'ailleurs avec la proportion du dissolvant.

» 2. Leucine : $C^6H^{13}AzO^2 = 131$. — Même fonction que le corps précédent. Dissolution : 1 molécule = 40^{lit}.

» *Phénolphtaléine.* — Légèrement acide. Virage progressif par NaOH ($2^{gr} = 1^{lit}$) : environ $NaOH + 14\,C^6H^{13}AzO^2$.

» *Méthylorange.* — Légèrement alcalin. Virage par SO^4H^2 ($2^{gr},45 = 1^{lit}$) : environ $\frac{1}{2}SO^4H^2 + 70\,C^6H^{13}AzO^2$.

» *Tournesol.* — Sensiblement neutre.

» *Bleu* C_4B. — Réaction acide. Le virage, mal défini d'ailleurs, sem-

blerait indiquer le rapport $C^6H^{13}AzO^2 + NaOH$; ce qui répondrait à une combinaison de l'ordre des alcoolates alcalins.

» 3. Acides benzamiques ou oxybenzamiques; Oxybenzamines : $C^7H^7AzO^2 = 137$. Dissolution $1^{gr},37$ + Eau = 200^{cc}, soit 1 molécule = 20^{lit}.

	Acide ortho.	Acide méta.	Acide Para.
Méthylorange. —	Liquide à l'état de virage impossible à titrer.		
Phtaléine :	1 mol. exige NaOH..	1 mol. = NaOH	1 mol. NaOH
Tournesol :	1 mol. = NaOH	d°	d°
Bleu C_4B :	1 mol. = NaOH.....	d°	d°

» Ces trois acides ont une fonction acide bien caractérisée, à un degré plus net que les dérivés de l'acide acétique ou caproïque; contraste qui se retrouve en général lorsque l'on compare les dérivés phénylés aux dérivés méthylés de constitution semblable. Il s'accorde avec ce fait que la fonction alcaline n'est accusée par aucun des colorants précédents. Le méthylorange ne fonctionne pas mieux qu'avec l'acide acétique et les analogues.

» Rappelons que les trois acides oxybenzamiques dissous dégagent avec la soude, NaOH, des quantités de chaleur de l'ordre de celles des acides faibles proprement dits, soit pour 1 mol. :

$$+10^{Cal},5 \qquad +9^{Cal},3 \qquad +12^{Cal},1$$

tandis qu'avec l'acide chlorhydrique HCl on a seulement + 2,7 (méta).

» 4. Acide aspartique (malamine ou acide malamique) $C^4H^7AzO^4$ dissolution : $0^{gr},300$ + Eau = 500^{cc}.

» Réaction acide. Dosage par colorants incertain.

» 5. Acide hippurique (amide régulier dérivé de l'acide benzoïque et du glycocolle) $C^9N^9AzO^3 = 179$. Dissolution : $2^{gr},000$ + Eau = 500^{cc}.

» Réaction acide à tous les colorants signalés dans la présente Note.

» *Tournesol*, 1 mol., sature 1 mol. NaOH exactement.

» *Phtaléine*, de même.

» *Méthylorange*. Réaction nettement acide. Virage progressif, se terminant approximativement vers NaOH.

» *Bleu* C_4B. Virage mal défini, mais se terminant au voisinage de NaOH.

» Tous les colorants essayés indiquent la monobasicité.

» D'ailleurs la chaleur de neutralisation de l'acide hippurique dissous, soit $+13^{Cal},8$ par mol., répond à une fonction franchement acide.

» 6. Taurine : $C^7H^7AzSO^3$ (amine de l'acide isethionique). Dissolution 1^{gr} + Eau = 500^{cc}. Neutre aux trois teintures (tournesol, phtaléine, méthylorange).

» 7. Acide urique : $C^5H^4Az^3O^3 = 168$. — La faible solubilité de cet acide ne permet guère de mesures précises. Aussi les chiffres qui suivent sont-ils indiqués seulement à titre de renseignements.

» J'ai opéré sur une solution renfermant $0^{cc},0093$ de cet acide, à la température de 40°.

» *Tournesol*, réaction acide, neutralisation apparente avec environ 2 mol. d'acide pour 1 mol. NaOH.

» *Phtaléine*, réaction acide, neutralisation apparente avec environ 1 mol. 5 d'acide pour NaOH.

» *Méthylorange*, réaction alcaline. Virage progressif incertain.

» *Bleu* C_4B, réaction acide. Virage incertain.

» Voici maintenant quelques essais relatifs au partage des bases entre l'acide phosphorique et les acides hippurique et oxyacétamique (glycocolle), acides susceptibles de se rencontrer avec les phosphates dans différents liquides de l'économie animale, tels que l'urine.

» 8. Acide hippurique et phosphates :

1° 1^{mol} *ac. hippurique* + 1^{mol} PO^4NaH^2.	1^{mol} *ac. hippurique* + 2 PO^4NaH^2.
Méthylorange. — Titre acide : $1^{éq}$ environ.	$1^{éq}$ environ : un peu incertain.
Phtaléine. — Titre acide : $2^{éq}$.	$3^{éq}$.

» L'acide hippurique est titré à peu près comme seul par le méthylorange, vis-à-vis duquel le phosphate monosodique est neutre.

» Vis-à-vis de la phtaléine, l'acidité de ce sel s'ajoute à celle de l'acide hippurique.

» 2° 1^{mol} *acide hippurique* + 1^{mol} PO^4Na^2H.

» Méthylorange : plutôt alcalin; titrage par HCl incertain.

» Phtaléine : titre acide : $1^{éq},01$.

» Ainsi, l'acide hippurique prend sensiblement le second équivalent de soude à l'acide phosphorique; ce qui offre de l'intérêt dans les études relatives à l'acidité de l'urine, où les deux acides coexistent.

» 3° 1^{mol} *acide hippurique* + 1^{mol} PO^4Na^3.

» Méthylorange : liqueur alcaline, titrage par HCl incertain.

» Phtaléine : liqueur neutre; une seule goutte de HCl décolore.

» Ainsi l'acide hippurique a pris nettement le troisième équivalent d'alcali à l'acide phosphorique.

» 9. Glycocolle et phosphates. — On a opéré seulement avec le phosphate bisodique : $C^2H^5AzO^2 + PO^4Na^2H$.

» Méthylorange. Réaction alcaline. La liqueur exige 1 équivalent HCl pour la neutralisation.

» Phtaléine. Réaction acide. La liqueur exige, pour être neutralisée, une quantité de soude très faible et sensiblement la même que celle qu'exige la même dose de glycocolle pur, c'est-à-dire sans phosphate.

» Le glycocolle n'enlève donc pas sensiblement d'alcali au phosphate bibasique, et les deux corps dissous se comportent vis-à-vis des indicateurs comme s'ils étaient seuls. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Mise en équation des phénomènes de convection calorifique et aperçu sur le pouvoir refroidissant des fluides;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. Le problème le plus simple relatif aux phénomènes de convection calorifique me paraît être celui des courants permanents que produit dans un liquide pesant, de grande étendue en tous sens et (primitivement) au zéro choisi de température, un solide fixe immergé, que l'on maintient chauffé à une certaine température a. Nous désignerons par ρ la densité du liquide, par θ, u, v, w, P, fonctions de x, y, z à déterminer, sa température, devenue invariable en chaque point (x, y, z) de l'espace, les trois composantes de sa vitesse et la partie *non hydrostatique* de sa pression, quantités s'annulant toutes, asymptotiquement, aux distances infinies de l'origine, autour de laquelle restent localisées les perturbations qu'entraîne l'échauffement du solide.

» Afin d'atteindre le maximum de simplicité, tout en laissant subsister le caractère essentiel du phénomène, nous supposerons la dilatabilité du liquide par la chaleur assez faible et, par contre, la pesanteur g assez forte, pour que la réduction de *poids* de l'unité de volume liquide, qu'opère l'échauffement θ, soit sensible, mais non le changement relatif des *volumes* liquides dans les termes où il n'est pas multiplié par g. Bref, l'échauffement θ est censé ne modifier notablement que le poids de l'unité de volume. Appelons $\rho\gamma$ la réduction qu'il y produit par degré centigrade, ou $\rho\gamma\theta$ la réduction effective; et, l'axe des z étant supposé vertical, dirigé vers le haut, les quatre équations indéfinies ordinaires de la dynamique

des liquides deviendront

$$(1)\quad \frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}+\frac{dw}{dz}=0,\quad \frac{1}{\rho}\frac{dP}{dx}=-u',\quad \frac{1}{\rho}\frac{dP}{dy}=-v',\quad \frac{1}{\rho}\frac{dP}{dz}=\gamma\theta-w':$$

u', v', w' y désignent les accélérations du fluide suivant les axes.

» Pour former l'équation indéfinie en θ, considérons, à l'époque t, un volume liquide élémentaire $d\varpi$. Comme dans une particule solide isotrope et athermane, c'est le mode *actuel* de distribution des températures, dans les couches de matière contiguës à sa superficie, qui règle les flux calorifiques y entrant ou en sortant pendant un instant dt; et, par suite, la conductibilité lui procure, durant cet instant dt, une quantité de chaleur exprimée par $(K\Delta_2\theta)\,d\varpi\,dt$, K étant le coefficient de conductibilité intérieure du liquide. Si donc on appelle θ' la dérivée de la température par rapport au temps, dans la particule matérielle $d\varpi$, et C la capacité calorifique du fluide par unité de volume, la chaleur $C\theta\,d\varpi$ de la particule s'accroîtra, durant l'instant dt, d'une différentielle, $C\theta'\,dt\,d\varpi$, égale à $(K\Delta_2\theta)\,d\varpi\,dt$; et l'équation cherchée sera

$$(2)\qquad \theta'=\frac{K}{C}\left(\frac{d^2\theta}{dx^2}+\frac{d^2\theta}{dy^2}+\frac{d^2\theta}{dz^2}\right).$$

Mais la dérivée θ' s'obtiendra, comme les dérivées u', v', w' des vitesses, en faisant, dans l'expression de θ, croître x, y, z de $u\,dt$, $v\,dt$, $w\,dt$; de sorte qu'on aura la quadruple formule

$$(3)\qquad (u',v',w',\theta')=u\frac{d(u,v,w,\theta)}{dx}+v\frac{d(u,v,w,\theta)}{dy}+w\frac{d(u,v,w,\theta)}{dz}.$$

» Aux cinq équations indéfinies (1) et (2), il faudra joindre évidemment les sept relations définies suivantes, dans l'une desquelles λ, μ, ν désignent les trois cosinus directeurs de la normale menée de l'intérieur du fluide à un élément quelconque $d\sigma$ de la surface du corps :

$$(4)\quad \begin{cases} \text{(à la surface du solide)} & \lambda u+\mu v+\nu w=0 \quad \text{et} \quad \theta=a,\\ \text{(aux distances infinies de l'origine)} & (P,u,v,w,\theta)=0. \end{cases}$$

En effet, à la surface du solide, le fluide en contact prend instantanément la température a de celui-ci et la composante normale $\lambda u+\mu v+\nu w$ de la vitesse est nulle.

» II. Tâchons de remplacer tant les variables indépendantes x, y, z que les fonctions θ, u, v, w, P, par d'autres, ξ, η, ζ, Θ, U, V, W, Π, qui soient respectivement proportionnelles à chacune d'elles, mais avec coefficients de proportionnalité choisis de manière à éliminer les paramètres a, γ, $\frac{K}{C}$, ρ.

On reconnaît aisément qu'il convient de poser, pour cela,

$$(5)\quad \begin{cases} \xi = \left(\frac{a\gamma C^2}{K^2}\right)^{\frac{1}{3}} x, \quad \eta = \left(\frac{a\gamma C^2}{K^2}\right)^{\frac{1}{3}} y, \quad \zeta = \left(\frac{a\gamma C^2}{K^2}\right)^{\frac{1}{3}} z, \\ \theta = a\Theta, \quad u = \left(\frac{a\gamma K}{C}\right)^{\frac{1}{3}} U, \quad v = \left(\frac{a\gamma K}{C}\right)^{\frac{1}{3}} V, \quad w = \left(\frac{a\gamma K}{C}\right)^{\frac{1}{3}} W, \quad P = \rho\left(\frac{a\gamma K}{C}\right)^{\frac{2}{3}} \Pi. \end{cases}$$

Et les équations indéfinies (1), (2) deviennent

$$(6)\quad \begin{cases} \frac{dU}{d\xi} + \frac{dV}{d\eta} + \frac{dW}{d\zeta} = 0, \\ \frac{d\Pi}{d\xi} = -U', \quad \frac{d\Pi}{d\eta} = -V', \quad \frac{d\Pi}{d\zeta} = \Theta - W', \quad \Theta' = \frac{d^2\Theta}{d\xi^2} + \frac{d^2\Theta}{d\eta^2} + \frac{d^2\Theta}{d\zeta^2}, \\ \text{où} \\ (U', V', W', \Theta') = U\frac{d(U, V, W, \Theta)}{d\xi} + V\frac{d(U, V, W, \Theta)}{d\eta} + W\frac{d(U, V, W, \Theta)}{d\zeta}. \end{cases}$$

» Donnons-nous, d'ailleurs, l'équation du solide sous la forme

$$(7)\qquad f\left[\left(\frac{a\gamma C^2}{K^2}\right)^{\frac{1}{3}} x, \left(\frac{a\gamma C^2}{K^2}\right)^{\frac{1}{3}} y, \left(\frac{a\gamma C^2}{K^2}\right)^{\frac{1}{3}} z\right] = 0;$$

ce qui reviendra, si le coefficient $\left(\frac{a\gamma C^2}{K^2}\right)^{\frac{1}{3}}$ change, à considérer, au lieu du solide proposé, des corps qui lui soient semblables, mais de dimensions inversement proportionnelles à ce coefficient, ou d'un volume en raison directe de $\frac{K^2}{a\gamma C^2}$. Alors les cosinus directeurs λ, μ, ν de la normale resteront les mêmes aux points homologues; et les conditions (4) aux limites deviendront

$$(8)\quad \begin{cases} (\text{à la surface } f(\xi, \eta, \zeta) = 0), \quad \lambda U + \mu V + \nu W = 0 \quad \text{et} \quad \Theta = 1, \\ (\text{aux distances } \sqrt{\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2} \text{ infinies}) \quad (\Pi, U, V, W, \Theta) = 0. \end{cases}$$

» Le système d'équations (6) et (8) devant déterminer U, V, W, Θ, Π en fonction de ξ, η, ζ, il suffira de substituer dans ses intégrales, à ces huit nouvelles variables, leurs expressions tirées de (5), pour avoir cinq relations de la forme

$$(9)\quad \begin{cases} \left[\frac{\theta}{a}, \frac{(u, v, w)}{\left(\frac{a\gamma K}{C}\right)^{\frac{1}{3}}}, \frac{P}{\rho\left(\frac{a\gamma K}{C}\right)^{\frac{2}{3}}}\right] \\ \quad = \text{des fonctions définies de } \left(\frac{a\gamma C^2}{K^2}\right)^{\frac{1}{3}} x, \left(\frac{a\gamma C^2}{K^2}\right)^{\frac{1}{3}} y, \left(\frac{a\gamma C^2}{K^2}\right)^{\frac{1}{3}} z. \end{cases}$$

» On voit que, si l'excédent a de température des corps considérés reçoit différentes valeurs, les vitesses u, v, w du fluide seront, aux points homologues de l'espace entourant ces corps, proportionnelles à la racine cubique, $a^{\frac{1}{3}}$, de cet excédent, et qu'une même fraction θ de celui-ci sera prise, en ces points homologues, par le fluide y effectuant son passage.

» III. Le flux F de chaleur fourni dans l'unité de temps par l'unité d'aire d'un quelconque des corps, égal à celui que la couche liquide contiguë communique au fluide plus intérieur, aura, comme on sait, l'expression $K\left(\lambda\frac{d\theta}{dx}+\mu\frac{d\theta}{dy}+\nu\frac{d\theta}{dz}\right)$. En y introduisant les nouvelles variables et fonction ξ, η, ζ, θ, on aura donc

$$F=(KC^2\gamma)^{\frac{1}{3}}a^{\frac{4}{3}}\left(\lambda\frac{d\theta}{d\xi}+\mu\frac{d\theta}{d\eta}+\nu\frac{d\theta}{d\zeta}\right). \tag{10}$$

» Aux points homologues des surfaces $f(\xi,\eta,\zeta)=0$ limitant les corps considérés, les cosinus directeurs λ, μ, ν et les dérivées $\frac{d\theta}{d(\xi,\eta,\zeta)}$ ont mêmes valeurs respectivement. Donc *le flux de chaleur fourni par l'unité d'aire des corps semblables dont il s'agit est proportionnel, en ces points homologues, à la puissance* $\frac{4}{3}$, $a^{\frac{4}{3}}$ *ou* $a^{1,333}$, *de l'excédent de température de chaque corps sur la masse du fluide;* et il dépend des autres propriétés physiques de celui-ci par le facteur $(KC^2\gamma)^{\frac{1}{3}}$, croissant avec sa conductibilité intérieure K, avec la capacité calorifique C de son unité de volume, enfin, avec le produit, γ, de la gravité g par l'accroissement de cette unité de volume pour un degré d'élévation de la température.

» Si, l'excédent a venant à croître, le solide, au lieu de se contracter en volume dans un rapport inverse de a, gardait ses dimensions, l'unité d'aire de sa surface serait moins courbe et, par conséquent, moins convexe, que ne le suppose la formule (10) quand ξ, η, ζ y conservent leurs valeurs. Or, on conçoit que, toutes choses égales d'ailleurs, une forme moins convexe de l'unité de surface restreigne dans une légère mesure les rapports du solide avec le fluide ambiant, rapports qu'une forme concave réduirait évidemment : ainsi, il est vraisemblable qu'une moindre convexité atténue la quantité de chaleur emportée par le fluide. Donc le flux F doit, en réalité, quand l'excédent a augmente *chez un même corps*, croître un peu *moins vite* que la puissance $a^{\frac{4}{3}}$ ou $a^{1,333}$; et l'on s'explique que les expériences de Dulong et Petit aient indiqué des flux calorifiques

de convection sensiblement proportionnels à $a^{1,233}$, ou aient conduit à adopter un exposant de a inférieur à $\frac{4}{3}$ de 0,1 environ.

» Ces expériences, il est vrai, concernaient le pouvoir refroidissant des gaz et non des liquides. Mais si les variations de volume du fluide à température constante, alors un peu sensibles, devaient y compliquer les phénomènes de convection, rien ne dit qu'elles en changeassent notablement les traits principaux; car la cause de ces phénomènes est toujours dans la réduction, à pression constante, du poids de l'unité de volume par l'échauffement.

» Dans l'hypothèse où il en serait ainsi, c'est-à-dire où nos formules pourraient être approximativement appliquées même aux gaz, la diminution de 0,1 effectuée sur l'exposant $\frac{4}{3}$ de a, dans (10), constituerait donc une correction *empirique* de la variation produite sur le facteur trinome $\lambda\frac{d\Theta}{d\xi}+\mu\frac{d\Theta}{d\eta}+\nu\frac{d\Theta}{d\zeta}$, par un agrandissement des dimensions de la surface type $f(\xi,\eta,\zeta)=0$ dans le rapport de 1 à $a^{\frac{1}{3}}$, agrandissement qui, par conséquent, aurait à peu près, comme effet, sur le trinome, de diviser sa valeur par $a^{0,1}=\left(a^{\frac{1}{3}}\right)^{0,3}$. Alors l'agrandissement analogue dont il faudrait pouvoir évaluer l'effet réducteur sur le même trinome, si l'on fait varier indifféremment a, γ, C ou K sans modifier les dimensions du corps, sera, d'après les expressions (5) de ξ, η, ζ, dans le rapport de 1 à $\left(\frac{a\gamma C^2}{K^2}\right)^{\frac{1}{3}}$; et, vu que la fonction Θ définie par le système d'équations (6) et (8) change de la même manière à raison de cet agrandissement, quelle qu'en soit la cause, le trinome se trouverait alors, dans (10), divisé à peu près par $\left(\frac{a\gamma C^2}{K^2}\right)^{0,1}$. Ainsi, le *pouvoir refroidissant des divers fluides, sur un même corps*, serait, d'après (10), proportionnel au produit

$$(KC^2\gamma)^{\frac{1}{3}}a^{\frac{4}{3}}\left(\frac{K^2}{a\gamma C^2}\right)^{0,1}=\gamma^{0,233}K^{0,533}C^{0,467}a^{1,233};$$

il serait, d'ailleurs, indépendant de la nature du corps et de l'état physique de sa surface, conformément à ce qu'a montré l'expérience.

» IV. Il semble qu'on peut encore, simplement, dégager des équations précédentes un résultat intéressant, du moins quand le corps est plus étendu suivant le sens vertical que dans les sens horizontaux, ou même quand c'est un plateau large, mais beaucoup moins épais que haut, suspendu verticalement, de manière à avoir, par exemple, ses deux faces

perpendiculaires à l'axe des x. Alors les courants peuvent être principalement verticaux et, emportant la chaleur dans le sens des z positifs, ne laisser l'échauffement du fluide se produire d'une manière sensible qu'à des distances horizontales du corps bien moindres que sa hauteur.

» Cela étant, s'il s'agit, par exemple, du plateau normal aux x, tirons des deux équations (1) qui contiennent u' et w', la condition d'intégrabilité de P,

$$\frac{d}{dx}(\gamma\theta - w') = -\frac{du'}{dz}.$$

» Multiplions-la par dx et intégrons, du côté du plateau où x est, par exemple, positif, depuis $x = \infty$, où θ, w', u' s'annulent, jusqu'à une valeur de x quelconque. Il viendra, en transposant $-w'$,

$$\gamma\theta = w' - \int_{\infty}^{x} \frac{du'}{dz} dx.$$

» Or, ici, le dernier terme est bien moindre qu'il ne serait si l'on y remplaçait la dérivée en z de u' par sa dérivée en x, supposée notablement plus forte; ce qui donnerait à ce terme, comme valeur, $-u'$, c'est-à-dire une fraction encore minime du terme précédent w'. Ainsi l'on a, sauf erreur négligeable,

$$(11) \qquad w' = \gamma\theta.$$

» Autrement dit, *l'accélération ascendante du fluide est partout proportionnelle à son échauffement actuel* θ. Donc les courants de convection accroissent sans cesse leur vitesse verticale, à mesure qu'ils s'élèvent non seulement à côté du corps, mais même au-dessus de lui, ou après l'avoir dépassé, jusqu'à ce qu'ils se soient, tout en montant, assez étendus latéralement pour avoir acquis des dimensions horizontales comparables à la hauteur totale parcourue et avoir mis ainsi en défaut, avec notre raisonnement, la formule même (11).

» On voit que ces courants naissent à de petites distances au-dessous du corps, là où commence à se faire sentir sa chaleur, qu'ils s'accélèrent et, par suite, s'effilent ou s'aplatissent de plus en plus, contre le corps, en s'adjoignant sur leur côté extérieur le fluide latéral qu'ils échauffent en chemin; après quoi ils s'étendent très loin au-dessus du corps, en s'y continuant, à raison de leur vitesse acquise, même après s'être presque entièrement refroidis. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la série de Bernoulli.* Note de M. G. MITTAG-LEFFLER.

« Jean Bernoulli a donné déjà en l'année 1694, vingt et un ans avant que Brook Taylor publiât la série qui porte son nom, la formule suivante :

$$f(u)-f(0)=f'(u).u-f''(u)\frac{u^2}{1.2}+f'''(u)\frac{u^3}{1.2.3}-\ldots.$$

» Le fameux théorème de Cauchy (*Cours d'Analyse*, p. 286) nous donne le moyen de fixer le domaine de convergence de la série de Taylor. Il est donc naturel de se demander : Existe-t-il un domaine de convergence de la série de Bernoulli, c'est-à-dire un domaine E tel que la série soit toujours uniformément convergente pour chaque domaine situé à l'intérieur de E, mais divergente pour chaque point à l'extérieur de E ? Quel est dans ce cas le domaine E ?

» Cette question, tout en restant très élémentaire, a un certain intérêt par son rapport avec les recherches nouvelles qui ont été entreprises par moi-même et d'autres sur la représentation analytique d'une branche uniforme d'une fonction monogène.

» Écrivons la série de Bernoulli sous une forme qui fait mieux ressortir son rapport avec la série de Taylor.

» Mettons d'abord $f(u)=F(z+u)$ et changeons après $z+u$ en x. Nous obtiendrons alors

$$F(z)-F(x)=F'(x)(z-x)+F''(x)\frac{(z-x)^2}{1.2}+F'''(x)\frac{(z-x)^3}{1.2.3}+\ldots,$$

série qui est celle de Taylor, x étant regardé comme constante et z variable, et qui devient la série de Bernoulli quand, au contraire, z est regardé comme constante et x variable.

» La méthode suivie par Bernoulli pour obtenir cette série reste encore, en y apportant la rigueur moderne, la plus directe et la plus élégante. Il écrit l'identité

$$F'(x)=F'(x)+F''(x)(x-z)-F''(x)(x-z)-F'''(x)\frac{(x-z)^2}{1.2}$$
$$+F'''(x)\frac{(x-z)^2}{1.2}+F^{(\text{IV})}(x)\frac{(x-z)^3}{1.2.3}-\ldots,$$

et il obtient sa série en intégrant par rapport à x.

» Je suppose maintenant que les constantes $F(z)$, $F'(z)$, $F''(z)$, ... soient assujetties à la condition de Cauchy, c'est-à-dire que la limite supérieure des valeurs limites de $\left|\sqrt[\nu]{\frac{1}{1.2\ldots\nu}F^{(\nu)}(z)}\right|$ soit finie (voir ma Note *Acta math.*, t. XXIII, p. 23). Je construis l'étoile principale A de centre z appartenant à ces constantes (voir ma Note *Acta math.*, t. XXIII, p. 48, ainsi que *Acta math.*, t. XXIV, p. 200).

» Écrivons la série de Bernoulli sous la forme que voici :

$$\begin{aligned} F[z+x-z-(x-z)] &= F(z+x-z)+F'(z+x-z)\frac{-(x-z)}{1} \\ &+ F''(z+x-z)\frac{[-(x-z)]^2}{1.2} \\ &+ F'''(z+x-z)\frac{[-(x-z)]^3}{1.2.3}+\ldots. \end{aligned}$$

» En s'appuyant sur les considérations que j'ai employées (*Acta math.*, t. XXIV, p. 191-192), on voit sans peine que cette série possède une étoile de convergence qui est la même que celle de la série

$$\begin{aligned} F[z+2(x-z)] &= F(z+x-z)+F'(z+x-z)\frac{x-z}{1} \\ &+ F''(z+x-z)\frac{(x-z)^2}{1.2} \\ &+ F'''(z+x-z)\frac{(x-z)^3}{1.2\,3}+\ldots \end{aligned}$$

et qui s'obtient de la manière suivante. Fixons un vecteur L issu du point z. En désignant par r une quantité positive suffisamment petite et en limitant le vecteur à la longueur r, il arrivera que le cercle de rayon r décrit de l'extrémité de ce vecteur limité, comme centre, fera partie de A. Désignons par ρ la limite supérieure de r. Faisons faire au vecteur L un tour entier autour du point z, en lui donnant en chaque position la longueur du ρ correspondant. L'étoile E, qu'on obtient de cette manière, est l'étoile de convergence de la série de Bernoulli.

» On voit que l'étoile de convergence E de la série de Bernoulli

$$F(x) = F(z)+F'(x)(x-z)-F''(x)\frac{(x-z)^2}{1.2}+F'''(x)\frac{(x-z)^3}{1.2.3}+\ldots$$

diffère essentiellement du cercle de convergence C de la série de Taylor

$$F(x) = F(z)+F'(z)(x-z)+F''(z)\frac{(x-z)^2}{1.2}+F'''(z)\frac{(x-z)^3}{1.2.3}+\ldots.$$

» Mettons, pour avoir un exemple,

$$F(x) = \log(1 + x); \qquad z = 0.$$

» Le développement de Taylor nous donne

$$\log(1 + x) = \sum_{\mu=0}^{\infty} (-1)^{\mu} \frac{x^{\mu+1}}{\mu + 1}.$$

» Le cercle de convergence ayant le point $x = 0$ pour centre passe par le point singulier $x = -1$. Le développement de Bernoulli nous donne

$$\log(1 + x) = \sum_{\mu=0}^{\infty} \frac{1}{\mu + 1} \left(\frac{x}{1 + x}\right)^{\mu+1}.$$

» L'étoile de convergence E, tout en ayant $x = 0$ pour centre, consiste dans la partie du plan des x qui est située à droite d'une perpendiculaire à l'axe réel passant par le point $x = -\frac{1}{2}$.

» Nous avons vu que la série

$$\begin{aligned} F[z + 2(x - z)] = {} & F(z + x - z) + F'(z + x - z)(x - z) \\ & + F''(z + x - z)\frac{(x - z)^2}{1.2} + F'''(z + x - z)\frac{(x - z)^3}{1.2.3} + \ldots \end{aligned}$$

possède la même étoile de convergence E que la série de Bernoulli.

» En mettant $\frac{1}{2}(x - z)$ au lieu de $x - z$, on obtient

$$\begin{aligned} F(x) = {} & F\left(\frac{x + z}{2}\right) + F'\left(\frac{x + z}{2}\right)\frac{x - z}{2} \\ & + \frac{1}{1.2}F''\left(\frac{x + z}{2}\right)\left(\frac{x - z}{2}\right)^2 + \frac{1}{1.2.3}F'''\left(\frac{x + z}{2}\right)\left(\frac{x - z}{2}\right)^3 + \ldots \end{aligned}$$

» Si l'on suppose toujours z constante et x variable, l'étoile de convergence $\mathcal{E}$ de cette nouvelle série se déduit évidemment de l'étoile de convergence E de la série de Bernoulli, en donnant au vecteur L, dans chaque position différente, la longueur 2ρ au lieu de ρ.

» Il mérite d'être remarqué que cette étoile $\mathcal{E}$, comme M. Phragmén vient de le démontrer, est en même temps l'étoile de convergence de l'expression de Laplace

$$F(x) = \int_0^{\infty} \sum \frac{F^{(\nu)}(z)}{1.2\ldots\nu} \frac{[a(x - z)]^{\nu}}{1.2\ldots\nu} e^{-a}\,da,$$

qui a fait dans les dernières années le sujet des recherches si variées, d'abord de M. Poincaré et puis de M. Borel.

» On peut écrire la série de Bernoulli-Taylor sous forme d'une expression limite

$$F(z) - F(x) = \lim_{\mu=\infty} \sum_{\nu=1}^{\mu} F^{(\nu)}(x) \frac{(z-x)^\nu}{1.2\ldots\nu}.$$

» Nous avons vu qu'en choisissant l'une des deux quantités x, z pour constante et l'autre pour variable on obtient toujours une étoile de convergence, mais que cette étoile est fort différente dans les deux cas.

» Cette même circonstance a lieu pour les autres expressions limites embrassant la série de Bernoulli-Taylor comme cas spécial, que j'ai données dans des travaux antérieurs. Mais j'ai formé aussi d'autres expressions limites

$$F(z) - F(x) = \lim_{\alpha=0} S_\alpha(z, x),$$

d'une nature plus générale et valables dans une étoile que j'ai désignée par la lettre A (¹). Si dans ces expressions on regarde la quantité x comme constante, l'expression est valable dans l'étoile A de centre x. Si, au contraire, on regarde z comme constante, l'expression est valable dans l'étoile A de centre z. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales eulériennes incomplètes de deuxième espèce et les intégrales indéfinies des fonctions précédentes.* Note de M. **E. Vallier.**

« Les intégrales eulériennes incomplètes de deuxième espèce ont été à peine étudiées par Legendre, par Hocevar et par Prym.

» Ces fonctions semblent appelées à jouer un rôle dans les études de balistique intérieure et, pour cette raison, on va en résumer ci-dessous les propriétés déjà connues ou celles que l'on a pu reconnaître. Le même travail, et pour le même motif, est fait pour les intégrales indéfinies de ces fonctions elles-mêmes.

» On appelle intégrale eulérienne incomplète de deuxième espèce la fonction

$$\gamma(n, x) = \int_0^x x^{n-1} e^{-x} dx$$

(¹) J'ai donné, dans chacune de mes trois premières Notes dans les *Acta math.*, une expression limite différente.

qui, pour x infini, se confond avec l'intégrale complète

$$\Gamma(n) = \int_0^\infty x^{n-1} e^{-x} \, dx.$$

» On désignera par la notation $u(n, x)$ et l'on étudiera parallèlement la fonction

$$u(n, x) = \int_0^x \gamma(n, x) \, dx.$$

» On distinguera trois cas dans cette étude : celui où n est entier; celui où n est égal à un entier augmenté de $\frac{1}{2}$, c'est-à-dire de la forme $\frac{2k+1}{2}$, k étant entier, et enfin celui où n est quelconque.

» I. *Cas de n entier.* — L'intégration par parties donne immédiatement

$$\gamma(n+1, x) = n\gamma(n, x) - x^n e^{-x},$$

d'où, par substitutions successives

$$(1) \quad \begin{cases} \gamma(n+1, x) \\ \quad = n! - [x^n + n x^{n-1} + n(n-1)x^{n-2} + \ldots + n(n-1)\ldots 2x + n!]e^{-x}. \end{cases}$$

» En intégrant à son tour cette expression de 0 à x, on écrira

$$(2) \quad \begin{cases} u(n+1, x) \\ \quad = n!\,x - [\gamma(n+1, x) + n\gamma(n, x) + n(n-1)\gamma(n-1, x) + \ldots]e^{-x}, \end{cases}$$

et, remplaçant dans cette relation les γ par leurs valeurs, on trouvera sans difficulté

$$(2\ bis) \quad \begin{cases} u(n+1, x) = n!(x-n-1) + [x^n + 2n x^{n-1} + 3n(n-1)x^{n-2} \\ \qquad\qquad + 4n(n-1)(n-2)x^{n-3} + \ldots]e^{-x}. \end{cases}$$

» Les relations (2) ou (2 *bis*) seront utilisées pour le calcul de $u(n+1, x)$, selon que l'on aura ou non calculé les γ au préalable.

» II. *Cas où n est quelconque.* — Dans ce cas, les développements qui précèdent ne sont plus finis et les séries qu'ils forment ne sont plus convergentes; il faut donc recourir à une autre méthode.

» Reprenant à cet effet la formule d'intégration par parties, on écrira

$$\gamma(n, x) = \frac{1}{n}[\gamma(n+1, x) + x^n e^{-x}],$$

et, par substitutions successives à n des valeurs $n+1$, $n+2$, etc., on obtiendra

$$\gamma(n+1, x) = \left[\frac{x^{n+1}}{n+1} + \frac{x^{n+2}}{(n+1)(n+2)} + \frac{x^{n+3}}{(n+1)(n+2)(n+3)} + \ldots\right]e^{-x},$$

ou encore

$$(3)\quad \gamma(n+1,x)=\Gamma(n+1)\left[\frac{x^{n+1}}{\Gamma(n+2)}+\frac{x^{n+2}}{\Gamma(n+3)}+\frac{x^{n+3}}{\Gamma(n+4)}+\ldots\right]e^{-x}.$$

» De même que précédemment, on en déduira $u(n+1,x)$ sous la forme

$$(4)\quad u(n+1,x)=\Gamma(n+1)\left[\frac{\gamma(n+2,x)}{\Gamma(n+2)}+\frac{\gamma(n+3,x)}{\Gamma(n+3)}+\ldots\right]e^{-x},$$

ou, en remplaçant les γ par leurs valeurs

$$(4\,bis)\quad \begin{cases} u(n+1,x)=\Gamma(n+1)\left[\dfrac{x^{n+2}}{\Gamma(n+3)}+\dfrac{2x^{n+3}}{\Gamma(n+4)}+\ldots\right.\\ \qquad\qquad\left.+\dfrac{(p-1)x^{n+p}}{\Gamma(n+p+1)}+\ldots\right]e^{-x}\end{cases}$$

et l'on vérifie aisément que ces développements sont convergents.

» On peut encore obtenir une autre expression en procédant comme il suit :

» En reprenant la série d'intégrations par parties suivant les valeurs décroissantes de n, on voit que l'on a

$$\gamma(n+1,x)=-x^n e^{-x}+n\gamma(n,x)$$

ou

$$\gamma(n+1,x)=-(x^n+nx^{n-1})e^{-x}+n(n-1)\gamma(n-1,x)$$

ou plus généralement

$$\begin{aligned}\gamma(n+1,x)=-[x^n+nx^{n-1}+n(n-1)x^{n-2}+\ldots\\ +n(n-1)\ldots(n-k+1)x^{n-k}]e^{-x}\\ +n(n-1)\ldots(n-k)\gamma(n-k,x).\end{aligned}$$

» Soit maintenant k le plus grand entier compris dans n, de telle sorte que l'on ait $n-k=\varepsilon=\frac{1}{\lambda}$; le dernier terme de la valeur de $\gamma(n+1,x)$ devient

$$n(n-1)\ldots(n-k)\int_0^x x^{\varepsilon-1}e^{-x}\,dx,$$

ou, en posant $x=y^\lambda$

$$n(n-1)\ldots(n-k)\int_0^y \lambda e^{-y^\lambda}dy$$

d'où enfin

$$(5)\quad \begin{cases}\gamma(n+1,x)=-[x^n+nx^{n-1}+\ldots+n(n-1)\ldots(n-k+1)x^{n-k}]e^{-x}\\ \qquad\qquad+n(n-1)\ldots(n-k)\displaystyle\int_0^{x^\varepsilon}\lambda e^{-x^\lambda}\,dx.\end{cases}$$

» Quant à l'expression de $u(n+1, x)$, on l'obtiendra de la manière analogue, en écrivant

$$(6)\quad \begin{cases} u(n+1,x) = -e^{-x}[\gamma(n+1,x) + n\gamma(n,x) + \ldots \\ \qquad + n(n-1)\ldots(n-k+1)\gamma(n-k+1,x)] \\ \qquad + n(n-1)\ldots(n-k)\displaystyle\int_0^x dx \int_0^{x^{\frac{1}{\lambda}}} \lambda e^{-x^\lambda}\, dx. \end{cases}$$

» Pour évaluer le dernier terme, reprenant la notation $x = y^\lambda$, on aura sous les signes $\int$

$$\int_0^y \lambda y^{\lambda-1}\, dy \int_0^y \lambda e^{-y^\lambda}\, dy$$

ou, en intégrant par parties,

$$y^\lambda \int_0^y \lambda e^{-y^\lambda}\, dy - \int_0^y \lambda y^\lambda e^{-y^\lambda}\, dy = \left(y^\lambda - \frac{1}{\lambda}\right)\int_0^y \lambda e^{-y^\lambda}\, dy + y e^{-y^\lambda}$$

et, remplaçant dans l'équation (6) chacun des termes γ par sa valeur déduite de l'équation (5),

$$(6\,bis)\quad \begin{cases} u(n+1,x) = e^{-x}[x^n + 2nx^{n-1} + 3n(n-1)x^{n-2} \\ \qquad + 4n(n-1)(n-2)x^{n-3} + \ldots \\ \qquad + (k+1)n(n-1)\ldots(n-k+1)x^{n-k}] \\ \qquad \ldots + n(n-1)(n-k)\left[\lambda\left(y^\lambda - \frac{1}{\lambda} - k - 1\right)\displaystyle\int_0^y e^{-y^\lambda}\, dy + y e^{-y^\lambda}\right]. \end{cases}$$

» Sous cette nouvelle forme, on voit que les deux fonctions peuvent se calculer à l'aide d'un nombre limité de termes, si l'on dispose de Tables de la transcendante $\int_0^y e^{-y^\lambda}\, dy$.

» Ce cas se présente pour la valeur $\lambda = 2$, c'est-à-dire lorsque n est de la forme $k + \frac{1}{2}$.

» III. *Cas où n est de la forme* $k + \frac{1}{2}$. — Lorsque n est de la forme $k + \frac{1}{2}$, l'intégrale $\int_0^y e^{-y^2} dy$ n'est autre que la fonction employée dans le calcul des probabilités, et l'on a dressé les Tables de

$$\Pi(y) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^y e^{-y^2}\, dy.$$

» En introduisant cette notation dans les formules de $\gamma(n+1, x)$ et de

$u(n+1, x)$ données plus haut, on écrira

$$(7)\quad \begin{cases} \gamma(n+1, x) = n(n-1)(n-2)\ldots(n-k)\sqrt{\pi}\,\Pi(\sqrt{x}) \\ \qquad - e^{-x}[x^n + nx^{n-1} + n(n-1)x^{n-2} + \ldots \\ \qquad + n(n-1)\ldots(n-k+1)x^{n-k}], \end{cases}$$

ou encore, pour n'avoir que des puissances entières de x entre crochets,

$$(7\ bis)\quad \begin{cases} \gamma(n+1, x) = \Gamma(n+1)\Pi(\sqrt{x}) \\ \qquad - x^{\frac{1}{2}} e^{-x}[x^k + nx^{k-1} + n(n-1)x^{k-2} + \ldots \\ \qquad + n(n-1)(n-k+1)], \end{cases}$$

et de même

$$(8)\quad \begin{cases} u(n+1, x) = (x-n-1)\Gamma(n+1)\Pi(\sqrt{x}) \\ \qquad + x^{\frac{1}{2}} e^{-x}[x^k + 2nx^{k-1} + 3n(n-1)x^{k-2} + \ldots \\ \qquad + kn(n-1)\ldots(n-k+1)x \\ \qquad + 2(n+1)n(n-1)\ldots(n-k)]. \end{cases}$$

» On remarquera que dans cette valeur de $u(n+1, x)$ le dernier terme de la parenthèse, lequel est indépendant de x, ne comporte pas la même formation que les précédents. Cela tient à ce qu'il provient de l'adjonction, au terme de formation normale, d'un terme provenant de l'intégration de la transcendante Π, comme il est exposé en détail plus haut. On peut encore écrire la série de termes entre crochets sous la forme

$$[x^k + 2nx^{k-1} + 3n(n-1)x^{k-2} + \ldots \\ + (k+1)n(n-1)\ldots(n-k)x^{k-k} + (k+2)n(n-1)\ldots n-k)],$$

où le terme complémentaire est mis en évidence. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission chargée de décerner le prix Leconte.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

MM. Fouqué, Bouquet de la Grye, Darboux, Berthelot, Bouchard, Janssen, Poincaré, Grandidier, Laussedat, Roux, Moissan.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente le compte rendu de la première Assemblée générale de l'*Association internationale des Académies,* « première Assemblée générale tenue à Paris du 16 au 20 avril 1901, sous la direction de l'Académie des Sciences de l'Institut de France ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage intitulé : « Annals of the astrophysical Observatory of the Smithsonian Institution; Ier Volume par M. *Langley*. Ire Partie : The Absorption lines in the infra-red spectrum of the Sun; IIe Partie : Subsidiary researches ».

2° Le cinquième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris, exécuté par MM. *M. Lœwy* et *P. Puiseux*.

3° Un Ouvrage de M. *A. Aupetit* intitulé : « Essai sur la théorie générale de la Monnaie. » (Présenté par M. Poincaré.)

La **Société des Amis des Sciences physiques et mathématiques de Poltava** invite l'Académie à s'associer à la célébration du centenaire de la naissance de *Michel Ostrogradsky*, qui aura lieu à Poltava le 12/25 septembre 1901.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le domaine de convergence de l'intégrale infinie* $\int_0^\infty F(ax)e^{-a}\,da$. Note de M. **E. Phragmén**, présentée par M. Appell.

« Parmi les expressions analytiques propres à représenter des fonctions monogènes, l'intégrale de Laplace

$$(1) \qquad \int_0^\infty F(ax)e^{-a}\,da$$

est une des plus intéressantes.

» C'est surtout à M. Borel qu'on doit une étude approfondie de la convergence de cette formule de représentation. Mais M. Borel ne s'est occupé que de la convergence absolue, et la question du domaine de convergence simple n'a pas été discutée, à ce qu'il semble [1]. Cette question est cependant d'une grande simplicité, et peut être traitée en deux mots.

» On démontre facilement, en effet, que le domaine de convergence de cette intégrale (1) possède toujours l'une des deux propriétés qui, d'après la définition de M. Mittag-Leffler, caractérisent une *étoile*. Cette propriété peut s'exprimer par le théorème suivant :

» THÉORÈME I. — *Si x_0 est l'affixe d'un point de convergence pour l'intégrale (1), tout point dont l'affixe peut s'écrire*

$$x = \theta x_0,$$

avec la condition

$$0 < \theta \leqq 1,$$

est aussi un point de convergence.

» Voici la démonstration de ce théorème fondamental.

» D'après l'hypothèse, l'intégrale (1) converge pour $x = x_0$. Posons

$$F(a x_0) = \varphi(a) + i\psi(a),$$

$\varphi(a)$ et $\psi(a)$ étant réels. Les deux intégrales

$$\int_0^\infty \varphi(a) e^{-a}\, da, \qquad \int_0^\infty \psi(a) e^{-a}\, da$$

convergent, et il s'agit de démontrer que les intégrales

$$\int_0^\infty \varphi(\theta a) e^{-a}\, da, \qquad \int_0^\infty \psi(\theta a) e^{-a}\, da$$

convergent de même pour $0 < \theta \leqq 1$. Considérons par exemple la pre-

(1) Il faut toutefois rappeler les recherches relatives à la formule célèbre de Riemann

$$\frac{\log \zeta(s)}{s} = \int_1^\infty f(x)\, x^{-s-1}\, dx$$

et aux formules analogues, ainsi que celles qui ont rapport aux séries de Dirichlet-Dedekind $\Sigma_\lambda a_\lambda k_\lambda^{-s}$.

mière. On a

$$\int_{a_1}^{a_2} \varphi(\theta a) e^{-a} da = \frac{1}{\theta} \int_{\theta a_1}^{\theta a_2} \varphi(a) e^{-\frac{a}{\theta}} da$$
$$= \frac{1}{\theta} \int_{\theta a_1}^{\theta a_2} e^{-a\left(\frac{1}{\theta}-1\right)} \varphi(a) e^{-a} da = \frac{e^{-a_1(1-\theta)}}{\theta} \int_{\theta a_1}^{\theta \alpha} \varphi(a) e^{-a} da,$$

α désignant une certaine valeur entre a_1 et a_2. C'est une application du second théorème de la moyenne pour les intégrales définies.

» Il s'ensuit immédiatement que l'intégrale $\int_0^\infty \varphi(\theta a) e^{-a} da$ converge pour $0 < \theta \leqq 1$, et même qu'elle converge *uniformément* pour $\delta \leqq \theta \leqq 1$, δ étant positif.

» Dans le même ordre d'idées, on démontre facilement plusieurs autres théorèmes; mais l'espace restreint ne me permet que d'énoncer quelques-uns des plus simples.

» Théorème II. — *La fonction que représente, d'après le théorème I, l'intégrale* (1) *sur le rayon* OP *formé des points* $x = \theta x_0 (0 < \theta \leqq 1)$, *est égale à une fonction monogène, regulière à l'intérieur d'un cercle décrit sur* OP *comme diamètre.*

» Théorème III. — *Dans le cas où la série*

$$c_0 + c_1 x + c_2 x^2 + \ldots$$

possède un rayon de convergence différent de zéro, le domaine de convergence de l'intégrale (1), *où l'on a fait*

$$F(ax) = c_0 + c_1 \frac{ax}{\underline{|1}} + c_2 \frac{(ax)^2}{\underline{|2}} + \ldots,$$

est une étoile et coïncide avec le domaine de la convergence absolue (polygone de sommabilité) déterminé par M. Borel, abstraction faite, bien entendu, des points situés à la limite.

» Théorème IV. — *Puisqu'on a identiquement, dans le cas indiqué au théorème III,*

$$\frac{d}{da}\left[e^{-a} \sum_1^\infty \lambda \frac{a^\lambda}{\underline{|\lambda}} (c_0 + c_1 x + c_2 x^2 + \ldots + c_{\lambda-1} x^{\lambda-1})\right]$$
$$= e^{-a}\left(c_0 + c_1 \frac{ax}{\underline{|1}} + c_2 \frac{(ax)^2}{\underline{|2}} + \ldots\right),$$

l'expression

$$(2) \qquad \lim_{a=\infty} e^{-a} \sum_{1}^{\infty} \lambda \frac{a^\lambda}{|\underline{\lambda}} (c_0 + c_1 x + c_2 x^2 + \ldots + c_{\lambda-1} x^{\lambda-1})$$

est absolument identique à l'intégrale (1) *où l'on a fait*

$$F(ax) = c_0 + c_1 \frac{ax}{|\underline{1}} + c_2 \frac{(ax)^2}{|\underline{2}} + \ldots$$

et le domaine de convergence de cette expression (2) *est par conséquent aussi déterminé par le théorème III.* »

MÉCANIQUE. — *Sur un invariant remarquable de certaines transformations réalisées par des appareils enregistreurs.* Note de M. **Rabut**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Dans le problème de l'enregistrement d'un mouvement oscillatoire, la principale difficulté réside souvent dans les réactions de la transmission qui se traduisent, suivant le cas, par un amortissement ou, au contraire, par une exagération des écarts du mobile. En principe, on obtient toujours, au lieu du diagramme strictement exact, une figure qui en dérive (ou dont il dérive) suivant une certaine loi de transformation. Souvent l'expression analytique de cette transformation n'est pas difficile à établir, mais il ne s'ensuit pas qu'on puisse facilement corriger le diagramme recueilli, de manière à en tirer le diagramme exact. Nous avons montré [*Renseignements pratiques pour l'étude expérimentale des ponts métalliques* (*Annales des Ponts et Chaussées*, septembre 1897)] l'impossibilité de cette correction dans le cas de l'enregistrement des flèches de ponts, et plus généralement des déplacements linéaires, au moyen d'une transmission funiculaire à poids tenseur.

» Il peut arriver, néanmoins, qu'eu égard à la loi de transformation, certaines quantités très utiles à connaître, en relation avec celle qu'on étudie, puissent se déduire, avec une exactitude rigoureuse, du diagramme recueilli, dont toutes les ordonnées sont cependant inexactes. *Il suffit pour cela que ces quantités soient des invariants de la transformation considérée.* Nous allons en donner deux exemples, particulièrement intéressants en ce que l'invariant dont il s'agit n'est autre chose que la valeur moyenne de la quantité étudiée, moyenne prise entre deux instants faciles à définir.

Dans l'un des exemples, la transmission du mouvement comporte d'ailleurs un amortissement, dans l'autre elle provoque une exagération d'écarts.

» Le *premier cas* que nous envisagerons est relatif à l'enregistrement du niveau d'un liquide, lorsque la chambre d'observation communique avec le bassin étudié par un diaphragme poreux. C'est ce qui a lieu dans l'instrument auquel M. Lallemand, son inventeur, a donné le nom de *médimarémètre*. Ainsi que l'a remarqué cet Ingénieur, si Z et z sont les altitudes respectives de l'eau dans le bassin et dans la chambre à l'instant t, on a, en vertu de la loi de Darcy, m étant une constante propre à l'instrument :

$$\frac{dz}{dt} = m(Z - z).$$

» De cette équation linéaire du 1[er] ordre en z, M. Lallemand a cherché, par intégration, à déduire z quand Z est supposé connu en fonction du temps. Proposons-nous le problème inverse, qui est celui qu'on a réellement à résoudre dans les applications de l'enregistrement mécanique, savoir : de reconstituer la fonction à étudier Z, lorsque la fonction z est fournie graphiquement par le diagramme d'un appareil enregistreur. Mettant la relation ci-dessus sous la forme

$$Z = z + \frac{1}{m}\frac{dz}{dt},$$

nous voyons déjà que le diagramme cherché se déduit du diagramme recueilli par une transformation particulière consistant à augmenter chaque ordonnée d'une longueur proportionnelle au coefficient angulaire.

» De plus, si l'on intègre entre deux instants t_0, t_1, on trouve

$$\int_{t_0}^{t_1} Z\,dt = \int_{t_0}^{t_1} z\,dt + \frac{m}{1}(z_1 - z_0),$$

ce qui permet de déduire rigoureusement la valeur moyenne de Z, entre ces deux instants, de celle de z, supposée connue, sans faire une seconde quadrature. Enfin, on voit que si la moyenne est prise entre deux instants où le niveau se trouve le même dans la chambre, cette moyenne sera la même pour Z et z et constitue un invariant de la transformation, qui est même indépendant du coefficient d'amortissement m.

» Le *second exemple* annoncé se rapporte au cas, signalé ci-dessus, de l'enregistrement d'une flèche de pont avec une transmission funiculaire à

poids tenseur. Nous avons établi, pour ce cas (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1897, t. II) la relation

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = m(Z - z),$$

analogue à la précédente et que nous écrirons semblablement :

$$Z = z + \frac{1}{m}\frac{d^2 z}{dt^2}.$$

Si l'on intègre entre deux retours du coefficient angulaire $\frac{dz}{dt}$ à la même valeur, on trouve qu'entre ces deux instants, cette nouvelle transformation possède le même invariant que ci-dessus

$$\int Z dt = \int z dt.$$

» En particulier, il est loisible d'opérer l'intégration entre deux maximums ou deux minimums successifs de z.

» On peut donc, ici encore, déduire d'un diagramme infidèle une valeur moyenne absolument rigoureuse de la fonction étudiée.

» Dans l'un ou l'autre de ces exemples, si l'appareil enregistreur est pourvu d'un dispositif totalisateur ou intégraphe, les indications totalisées sont exactes à la condition d'être relevées entre deux points où le diagramme possède, dans le premier cas, des ordonnées égales, et, dans le second, des tangentes parallèles. »

PHYSIQUE. — *Lois de Gay-Lussac et dissociation des composés gazeux.* Note de M. A. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« On admet généralement que les lois de Gay-Lussac relatives aux combinaisons chimiques effectuées à l'état gazeux sont des lois limites, vraies pour des pressions très faibles, et que, dans cette condition de raréfaction extrême, les volumes moléculaires de tous les gaz sont rigoureusement égaux. Je me propose de démontrer, par un exemple se rapportant à l'une d'elles, que ces lois sont seulement approchées, quelle que soit la grandeur de la pression, et cela par la considération du phénomène de la dissociation.

» Soit un composé gazeux, tel que HI_0, dont on considère la molécule

comme formée par la combinaison d'un atome de H et d'un atome de I_0, et dont la dissociation a été bien étudiée par M. Lemoine. m étant le nombre de molécules de HI_0 dissociées, dans un mélange qui en comprenait primitivement N, M. Lemoine a trouvé que m croît avec T, ou quand P diminue. De ce dernier résultat et de la relation $\frac{dV}{dm_{PT}} = -\frac{d^2\Phi}{dm^2_{PT}} \frac{\partial m}{\partial P_T}$ on doit conclure que $\frac{dV}{dm}$ (accroissement de volume dans la dissociation d'une molécule de HI_0 à pression et à température constantes) est positif. Mais ce résultat a été tenu ensuite pour douteux, à cause de la faible variation de m comparée à celle de P et de la difficulté des mesures. Je vais montrer qu'il est cependant une conséquence d'un résultat accepté : $\frac{\partial m}{\partial T}$ positif.

» 1° Si l'on suppose $\frac{dV}{dm} = 0$ en même temps que $\frac{\partial m}{\partial T_P}$ positif, on est conduit à une conséquence inacceptable. En effet, dans un mélange homogène où des réactions chimiques conduisent à un équilibre indépendant de la pression, $\frac{dV}{dm}$ est négatif quand la réaction chimique spontanée accroît m; $\frac{dV}{dm}$ est positif dans le cas contraire. Quand le mélange est en équilibre chimique, si T croît, m doit croître, alors $\frac{dV}{dm}$ devient négatif; si T décroît, $\frac{dV}{dm}$ devient positif et croît, alors que V tend vers zéro!

» 2° $\frac{dV}{dm} = 0$ entraîne $\frac{\partial m}{\partial T_P} = 0$.

» En effet, je considère une modification $m - \Delta m$ de l'équilibre, au lieu de laisser la réaction chimique s'accomplir irréversiblement, P et T constants : I, je la produis réversiblement; II, je détends ou je comprime jusqu'à une pression p; III, je reproduis la modification $m - \Delta m$; IV, je ramène à la pression initiale. La somme des travaux extérieurs est nulle; de même celle des variations de l'énergie interne, U.

» *Deuxième cycle.* — A P, dans le mélange en équilibre : 1° je produis réversiblement la modification $m + \Delta m$; 2° je détends à p; 3° je ramène réversiblement à l'équilibre; 4° je ramène à la pression initiale. Les travaux de ce cycle sont égaux et de signes contraires aux précédents en I et 1°, III et 3°, II et 4°, et par suite en 2° et IV; les cycles sont superposables. Quant à la variation de l'énergie interne, elle est égale et de signes contraires en II et 4°, et par suite dans chacune des trois autres parties des deux cycles, d'où $\frac{dU}{dm}$ change de signe à l'équilibre et $\frac{dS}{dm} = 0$ (Note du

22 octobre 1900), $\frac{dS}{dm} = -\frac{\partial}{dT}\frac{d\Phi}{dm} = \frac{d^2\Phi}{dm^2}\frac{\partial m}{\partial T}$, d'où $\frac{\partial m}{\partial T_P} = 0$, et $\frac{\partial m}{\partial T_V} = 0$.

» 3° On peut démontrer aussi que si $\frac{\partial m}{\partial T_P} = 0$, $\frac{dV}{dm} = 0$.

» *Lorsque l'équilibre est indépendant de la pression, il l'est aussi de la température et réciproquement. Lorsque l'équilibre est déplacé par des variations de température, il l'est aussi par des variations de pression, et réciproquement.*

» Dans ce dernier cas, qu'advient-il lorsque V ou T tend vers l'infini? Par exemple, quand V tend vers l'infini, peut-on supposer que $\frac{dV}{dm}$ tende vers zéro? Ce serait admettre qu'il tend à s'établir un équilibre indépendant de V, et par suite de T. Cela exigerait l'existence au zéro absolu d'un équilibre chimique, non seulement pour V infini, mais encore pour V quelconque, quel que soit l'état de la matière à cette température, ce qui, d'abord, est contraire à ce fait expérimental que, sous un volume fini, m tend vers zéro quand T décroît. De plus, cela exigerait que, T croissant indéfiniment, P étant fini et constant, la dissociation fût incomplète, l'équilibre tendant à devenir indépendant de T, et par suite de P, et devant être par suite le même qu'au zéro absolu : c'est inadmissible; donc : *L'un des deux systèmes tend à remplacer entièrement l'autre quand* V *tend vers l'infini, et par suite aussi quand* T *tend vers l'infini.*

» C'est le même système qui tend à exister seul quand V et T croissent indéfiniment, ensemble ou séparément; d'où $\frac{\partial m}{\partial T}$ positif entraîne $\frac{dV}{dm}$ positif et $\frac{\partial m}{\partial P}$ négatif.

» *La dissociation tend à être entière pour* V *ou* T *infini.*

» Non seulement $\frac{dV}{dm_{PT}}$ est positif à l'équilibre; il est encore positif dans toutes les modifications élémentaires réelles et virtuelles par lesquelles passerait un composé pour être dissocié entièrement; d'où :

» *Le volume d'un composé gazeux dissociable est plus petit que le volume du mélange de ses composants séparés par la dissociation.*

» Acceptant les idées reçues, dans une Note précédente j'ai considéré le cas de composés formés sans condensation : c'était inutile. V_a étant le volume moléculaire d'un composé, V_m celui du mélange des produits de la dissociation complète d'une molécule, sous une pression P quelconque, $V_m > V_a$.

» En admettant la continuité dans la propriété élastique des gaz, la loi

de Mariotte devient une loi limite, $\frac{d(PV)}{dV}$ tend vers zéro quand V croît indéfiniment; PV_a tend vers $i_a RT$; PV_m vers $i_m RT$; $V_m - V_a = (i_m - i_a) RT : P$. Lorsque P tend vers zéro, il suffit que $i_m - i_a$ tende vers une valeur finie pour que $V_m - V_a$ soit infini. Le calcul montre alors que $\frac{\partial m}{\partial P}$ négatif croît en valeur absolue et tend vers une valeur finie : c'est en accord avec les résultats expérimentaux de M. Lemoine sur HI_0.

» En prenant ce corps comme exemple, on a encore

$$\lim PV_m = \tfrac{1}{2} \lim pv + \tfrac{1}{2} \lim p'v' > \lim PV_a;$$

v et v' étant les volumes moléculaires de I_0 et H sous les pressions d'équilibre osmotique p et p'; on conclut que *la loi d'Avogadro n'est pas une loi limite.*

» *Remarque.* — On sait que la densité de vapeur de I_0 décroît quand on élève la température; ce fait, quelle qu'en soit la cause, vient appuyer les conclusions qui précèdent. »

ÉLECTRICITÉ. — *Vibrations produites dans un fil à l'aide d'une machine à influence.* Note de M. **D. Negreano**, présentée par M. Lippmann.

« 1. Si l'on réunit directement l'un des pôles de l'excitateur d'une machine Whimshurst à un bout d'un fil métallique tendu, isolé et contenu dans un tube, l'autre pôle de la machine étant au sol, le fil métallique effectue des vibrations transversales. Si l'on regarde le fil vibrant dans l'obscurité, on voit des parties alternativement lumineuses et obscures. Si le fil est attaché au pôle positif de la machine, on voit des lignes brillantes équidistantes plus larges vers le milieu et amincies aux bords. Dans le cas où le fil serait attaché au pôle négatif, on voit des points lumineux équidistants tout le long du fil.

» L'expérience a été réalisée avec un tube en verre de $2^m,50$ de longueur et 60 millimètres de diamètre, le diamètre du fil métallique étant $2^{mm},5$.

» Des expériences analogues, mais avec des dispositifs différents, ont été réalisées par MM. Bezold, Tommasina et plus récemment par Viol. Suivant ce dernier, ce phénomène serait dû aux vibrations mécaniques pro-

duites dans le fil, les parties lumineuses correspondant aux nœuds des vibrations.

» 2. Si l'on réunit, dans l'air, deux fils métalliques de même longueur tendus parallèlement aux deux pôles de la machine, les deux autres bouts des fils étant libres, les fils entrent en vibration. Dans l'obscurité, sur le fil attaché au pôle négatif, on voit une série des points lumineux équidistants; sur le fil positif, une série des lignes lumineuses, dont les milieux correspondent aux points lumineux du premier fil.

» L'expérience est très brillante si les deux fils sont soudés aux extrémités d'un tube en verre : les lignes et les points lumineux apparaissent très réguliers. Si les deux fils sont suffisamment rapprochés, l'expérience réussit également en attachant l'un des fils à l'un des pôles de la machine, tandis que l'autre fil est réuni au sol. On pourrait, dans ce dernier cas, considérer les deux fils comme les deux armatures d'un condensateur. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un voltamètre disjoncteur des courants.* Note de M. **Ch. Pollak**, présentée par M. Lippmann.

« Dans la suite de mes recherches sur les plaques d'aluminium [1] employées comme redresseurs des courants, ou comme condensateurs, j'ai réussi à former des plaques d'aluminium pour 200 volts. J'emploie à cet effet comme électrolyte une solution légèrement acide de phosphate de potasse, dans laquelle je fais passer un courant continu.

» *Pureté des plaques d'aluminium.* — La première opération consiste à faire macérer plus ou moins longtemps les plaques dans une dissolution faiblement concentrée de soude caustique, afin d'enlever les impuretés.

» Pendant la formation, la plaque purifiée devient irisée tandis que les impuretés, si elles sont de peu d'étendue, se trouvent recouvertes complètement par des espèces de croûtes d'aspect terne formées par des composés d'aluminium.

» Une plaque formée pour 200 volts, mis dans un circuit, même d'une faible tension, dégage un peu de gaz : un courant faible, mais ininterrompu, passe dans l'appareil. Par suite de l'action purement chimique de l'électrolyte sur la couche diélectrique, elle se réduit lentement.

---

[1] Voir ma Note *Sur un nouveau condensateur électrolytique de grande capacité et sur un redresseur électrolytique de courants*, du 2 juin 1897.

» Par conséquent, un certain courant est nécessaire pour récompenser par la voie électrolytique ce qui est décomposé par l'action chimique et pour établir ainsi et maintenir l'équilibre entre ces deux actions.

» *Perte à vide.* — L'intensité du courant nécessaire au maintien de cet équilibre dépend surtout de la pureté des plaques; la partie du courant servant à cet effet constitue ici la *perte à vide* de l'appareil.

» *Rendement de l'appareil.* — Elle est l'élément principal de la valeur du rendement de l'appareil, qui est de 75 pour 100 à 80 pour 100 pour un ensemble de quatre éléments faits avec des plaques d'aluminium purifiées à un débit normal et une fréquence de 40 cycles par seconde.

» *Conservation des plaques d'aluminium.* — Les plaques d'aluminium laissées dans l'électrolyte pendant le repos de l'appareil perdent peu à peu leur couche diélectrique et doivent être formées avant chaque nouvel emploi. Il est facile de parer à cet inconvénient en faisant écouler l'électrolyte après chaque opération; à sec les plaques d'aluminium conservent sans altération leur couche diélectrique.

» *Influence de la température.* — Il y a un autre moment d'importance capitale qui détermine, règle et limite, pour ainsi dire, les conditions de l'emploi de cet appareil comme redresseur, c'est-à-dire avec des plaques d'aluminium et de plomb; c'est le dégagement de la chaleur pendant son fonctionnement. En effet, quel que soit l'électrolyte employé, la température monte assez rapidement, des points lumineux apparaissent sur les plaques, le rendement baisse et les plaques laissent passer une grande partie du courant, enfin elles commencent à se dissoudre.

» La température au-dessous de laquelle les appareils fonctionnent d'une façon satisfaisante est de 40° C.

» Il s'ensuit que, pour un travail prolongé, les appareils doivent être refroidis. Cependant, il est désirable d'éviter le refroidissement par l'eau.

» *Comment obvier à l'inconvénient du réchauffement du liquide.* — Dans l'appareil qui m'a servi à mes expériences au Laboratoire des Recherches physiques de M. Lippmann à la Sorbonne, j'ai paré à cet inconvénient en ayant eu recours à la construction suivante : j'emploie des récipients tels que la hauteur de la colonne de l'électrolyte soit égale à plusieurs fois celle des plaques elles-mêmes. L'augmentation de la quantité de l'électrolyte a pour effet de retarder l'apparition du moment de la température critique : cette quantité de liquide dépendra de la durée pendant laquelle on voudra que l'appareil fonctionne sans atteindre la température critique.

» Lorsqu'on augmente les dimensions de l'appareil, le refroidissement

par rayonnement vient ajouter son action à celle du refroidissement par la masse du liquide.

» *Résultats obtenus et phénomènes observés dans mon appareil à la Sorbonne.* — Pour une colonne d'électrolyte trois fois plus haute que celle des plaques, et pour un débit normal, c'est-à-dire 1 ampère par □ décim. de la surface des plaques d'aluminium, la durée de travail de l'appareil, comme *redresseur*, est de 4h, avant que la température monte à 40° C.

Heures.	Température en degrés centigrades.	Densité de l'électrolyte.	Ampères.	Volts.
h 2.15	+ 15,6	1,049	4,5	143,5
3 30	+ 20,5	1,0475	4	145,5
3.50	+ 22,6	1,0455	5	149
4.30	+ 27	1,045	5	150,5
5	+ 28,8	1,044	5,5	154
5.15	+ 29,7	1,043	5,2	152,5
5.30	+ 31	1,043	5.3	153
5.45	+ 31,8	1,0425	5,5	154
6	+ 32,6	1,042	5,8	156
6.15	+ 33	1,042	5,9	157

» La Table ci-dessus donne des résultats des mesures faites au Laboratoire des Recherches physiques à la Sorbonne, avec un appareil composé de quatre éléments : il a servi à charger une batterie de 70 accumulateurs. Le courant alternatif de 110 volts et de 40 périodes par seconde provenait du secteur de la Rive gauche.

» La tension du courant alternatif n'a pas été vérifiée souvent pendant les expériences. Les variations irrégulières de l'intensité et de la tension dans le circuit du courant redressé résultent des variations correspondantes de la tension à l'usine centrale.

» On pouvait percevoir très distinctement dans l'appareil la marche des machines de l'usine centrale.

» *Usure et durée des plaques.* — L'usure de l'appareil se manifeste d'une part dans l'électrolyte, qui devient de plus en plus alcalin, et dans les plaques, qui sont sillonnées des stries et des raies produites mécaniquement par les bulles d'hydrogène, qui en se dégageant entraînent des parcelles d'oxydes de la couche diélectrique, lesquelles sont remplacées à mesure par des nouvelles couches formées aux dépens du noyau de la plaque. Ainsi une plaque au bout de cinq cents à huit cents heures de travail nor-

mal est creusée par des sillons profonds et tombe finalement en fragments.

» Il n'est pas possible de disposer plusieurs éléments d'aluminium en séries, ni comme redresseurs, ni comme condensateurs : au bout de peu de temps la tension baisse dans quelques-uns des éléments, pour s'élever d'autant dans d'autres, jusqu'à ce que la tension devienne trop haute dans un ou plusieurs éléments et que le courant passe dans les deux sens.

» Ce phénomène résulte de ce qu'il est impossible de former des éléments rigoureusement semblables entre eux.

» *Condensateurs.* — Les plaques d'aluminium comme condensateurs, autant que j'ai pu juger jusqu'à ce jour, ne peuvent servir que pour les courants alternatifs, car elles ne conservent leur charge que pendant des fractions de seconde : cela tient évidemment à la réaction chimique exercée par l'électrolyte sur la couche diélectrique des oxydes. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un grisoumètre électrique*. Note de M. G. LÉON, présentée par M. Michel Lévy.

« Les indicateurs de grisou en usage sont basés sur les auréoles données par les flammes dans les atmosphères grisouteuses ; les lampes de sûreté ordinaires à huile ne permettent d'apprécier que des teneurs de grisou supérieures à 2 pour 100 ; un ingénieur autrichien, M. Pieler, en recourant à la flamme plus volumineuse de l'alcool, a abaissé cette limite à deux millièmes et demi ; M. l'Ingénieur des Mines Chesneau, en dissolvant dans l'alcool employé de l'azotate de cuivre et du bichlorure d'éthylène (liqueur des Hollandais) et en produisant ainsi dans la flamme du chlorure cuivreux qui la colore en bleu, a augmenté la précision de la lampe Pieler et lui a permis de déceler un millième de grisou [1].

» Un ingénieur anglais, M. Liveing, a imaginé un appareil fondé sur un principe tout différent ; en observant la différence d'éclat de deux fils de platine portés au rouge par le même courant électrique et placés, l'un dans l'air pur, l'autre dans l'air grisouteux, M. Liveing est arrivé à doser le grisou à $\frac{1}{2}$ pour 100 près.

» Nous avons obtenu récemment des résultats fort encourageants en

(1) G. CHESNEAU, *Annales des Mines*, 9e série, t. II, p. 203 ; 1892 ; *ibid.*, 9e série, t. III, p. 509 ; 1893. — *Compte rendu du IIe Congrès international de Chimie appliquée*, t. III, p. 423 ; 1896.

observant, non pas la différence d'éclat ou la différence de longueur, mais la différence de résistance électrique de deux fils de platine chauffés vers 1000° par le même courant et placés l'un dans le grisou, l'autre dans l'air pur.

» Deux fils de platine de $\frac{1}{20}$ de millimètre de diamètre sont recouverts de cuivre électrolytique, sauf en leur milieu sur une longueur de 10^{mm} réservée à la gutta; après que la gutta a été dissoute à l'aide du sulfure de carbone, ces fils, convenablement montés et placés, l'un dans une enveloppe étanche de verre, l'autre sous une double toile métallique, forment les deux branches d'un pont de Wheatsone dont les deux branches, en constantan, ont chacune une résistance d'environ 1,3 ohm. Les accumulateurs (4 volts) d'une lampe électrique de mine Neu Catrice, obligeamment mise à notre disposition par MM. Neu Catrice, et renfermés dans une caisse mesurant $0^m,10$, $0^m,10$, $0^m,15$, lancent, quand on appuie sur un contact, un courant de 2 ampères environ dans l'appareil (0,68 dans les fils de platine, 1,36 amp. dans les bobines de constantan). Un galvanomètre apériodique à pivot, type Chauvin et Arnoux, de $0^m,10$ de diamètre, dont le cadre mobile présente une résistance de 0,6 ohm et dont l'aiguillage dévie de 100 divisions pour 50 milliampères, est intercalé dans la diagonale du pont. Les résistances sont ajustées, en tenant compte des différences inévitables des fils de platine, pour que l'aiguille reste au zéro quand l'instrument est dans l'air pur; quand l'atmosphère contient du grisou, l'aiguille dévie de 1 milliampère environ (2 divisions) par millième de grisou.

» Les déviations de l'aiguille sont très sensiblement proportionnelles aux teneurs en gaz combustible; c'est ainsi que dans deux tournées souterraines, le 25 avril 1901, avec un grisoumètre un peu différent du grisoumètre ci-dessus décrit, nous avons constaté les déviations suivantes :

	Lampe Chesneau.	Grisoumètre.
Retour général de la fosse Saint-Saulve. (Cie des mines de Marly)...........	7-8 millièmes	19 divisions
Fosse Hérin (Cie des mines d'Anzin).		
Retour de la veine Taffin, levant.....	8,5 »	17 »
Veine Hyacinthe, levant..............	5 »	10 »
Moyenne veine, couchant.............	5 »	10 »
Grande veine, levant.................	2 »	4 »
Grande veine, couchant..............	8,5 »	19 »

» Cette proportionnalité s'est maintenue, dans nos essais de laboratoire, avec des teneurs de gaz d'éclairage croissant jusqu'à 5 pour 100, et nous croyons qu'elle se maintiendra avec le grisou jusqu'au voisinage de la teneur explosive.

» Les déviations de l'aiguille varient d'autre part très rapidement avec le courant fourni par les piles; à titre de première approximation nous pouvons indiquer qu'elles sont proportionnelles à la puissance 3e ou 4e de l'intensité du courant. C'est ainsi que les déviations mesurées ont doublé quand dans un de nos essais l'intensité dans les fils de platine a passé de 0,64 à 0,75, l'intensité dans la seconde branche du pont de 0,32 à 0,45. Si, comme nous le croyons, le courant peut être maintenu constant à

$\frac{1}{50}$ près, la teneur sera connue avec une précision supérieure au $\frac{1}{10}$; précision inconnue actuellement, pour les faibles teneurs tout au moins, et bien suffisante. Une résistance de 0,015 ohm intercalée dans le circuit des piles, et dont les extrémités peuvent, par un commutateur de réglage, être mises en relation par les bornes du galvanomètre, permettra d'ailleurs de vérifier cette constance et au besoin d'apporter aux lectures la légère correction nécessaire.

» Un écran mobile garantit, au moment de la mesure, le fil de platine contre tout courant d'air. L'écran et le bouton contact sont disposés de telle sorte qu'on ne puisse lancer le courant qu'après avoir refermé l'écran.

» L'espace compris sous les toiles métalliques est tellement restreint qu'une explosion, arrivant à se produire sous les toiles, ne pourrait prendre assez d'élan pour franchir la barrière qui lui serait opposée et se propager au dehors; il sera vraisemblablement inutile d'ajouter à l'appareil un coupe-circuit automatique fonctionnant à une teneur déterminée.

» Dans l'examen de certaines cloches au toit des galeries ou des chantiers souterrains, une petite difficulté peut se présenter. Le grisoumètre électrique ne donne, en effet, aucune déviation dans l'air pur; il ne doit en donner aucune dans le grisou pur; la déviation passe donc par un maximum pour une teneur voisine de 10 pour 100, et à toute lecture correspondent deux teneurs, l'une au-dessous, l'autre au-dessus de 10 pour 100. Il suffit, pour écarter cette difficulté, ou de consulter la lampe de sûreté ordinaire (notre appareil, comme les indicateurs à alcool, est grisoumétrique et non éclairant), ou de faire rentrer progressivement l'air pur dans l'appareil; si la déviation de l'aiguille diminue dès l'abord, c'est que la teneur de la cloche examinée est inférieure à 10 pour 100; si elle augmente dans les premiers instants, la teneur est supérieure à 10 pour 100.

» Le grisoumètre électrique, pour peu qu'on donne aux fils de platine et aux bobines de constantan des résistances convenables, permet de connaître, à tout moment, la teneur en grisou du retour général d'une mine ou de certains retours particulièrement intéressants. La création de véritables observatoires grisoumétriques est ainsi rendue possible; résultat intéressant pour l'étude scientifique des dégagements grisouteux et aussi peut-être pour la sécurité.

» L'appareil se prête au dosage de tous les gaz combustibles, notamment de l'hydrogène, dont la température d'inflammation est bien inférieure à celle du formène pur, et de l'oxyde de carbone. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la vérification expérimentale d'une loi de mécanique chimique.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. Troost.

« L'action de l'hydrogène sur le sulfure de mercure et la réaction inverse du gaz sulfhydrique sur le mercure conduisant à l'étude d'un système qui renferme quatre corps volatils.

» Si l'on écrit l'équation de la réaction

$$\underset{1}{HgS} + \underset{2}{H^2} = \underset{3}{H^2S} + \underset{4}{Hg},$$

en affectant des indices 1, 2, 3, 4 respectivement les quatre corps qui réagissent, on voit facilement que la relation générale qui existe entre les pressions partielles des gaz et vapeurs contenus dans le système prend la forme

$$(1) \qquad \log \frac{p_1^{2V} p_2^{2V}}{p_3^{2V} p_4^{2V}} = F(T).$$

2V est le volume occupé par toutes les molécules des corps composés et des corps simples; le symbole Log désigne un logarithme népérien.

» Si aucune des pressions n'est nulle, on peut écrire plus simplement

$$(2) \qquad \frac{p_1 p_2}{p_3 p_4} = f(T).$$

» Nous nous sommes proposé de soumettre cette formule au contrôle de l'expérience; pour cela, nous avons fait réagir d'une part l'hydrogène sur le sulfure de mercure, soit seul, soit en présence de mercure en excès; nous avons fait réagir d'autre part l'hydrogène sulfuré sur le mercure.

» 1° *Dans la réaction de l'hydrogène sur le sulfure de mercure seul*, la pression p_1 de ce corps est égale à la tension de sa vapeur saturante

$$p_1 = \varphi(T).$$

» De plus, l'équation de la réaction montre que l'on a à chaque instant

$$p_3 = p_4.$$

» La relation (2) devient, avec ces conditions,

$$(3) \qquad \frac{p^2}{p_3^2} = \Psi(T).$$

» La discussion de cette formule montre que la proportion de gaz hydrogène sulfuré dans le mélange croît quand la pression totale diminue; la pression partielle de ce gaz et la pression totale Π doivent en outre vérifier les égalités suivantes, qui se déduisent de (3) en posant $\Pi = p_2 + p_3$;

$$\frac{\Pi - p_3}{p_3^2} = \frac{\Pi' - p'_3}{p'^2_3} = \ldots = \Psi(T). \tag{4}$$

» Nous avons déterminé directement par l'expérience, pour plusieurs valeurs différentes de Π, les valeurs correspondantes du rapport ρ_1 de la pression partielle de l'hydrogène sulfuré à la pression totale; nous donnons ci-dessous les valeurs de ce rapport exprimé en centièmes et celles que les égalités (4) permettent de calculer

Pression du gaz Π_1 (¹).	ρ_1 observé.	ρ_1 calculé.
758 mm	90,65	»
386	94,36	94,73
187	96,67	96,84

» Les nombres calculés sont toujours un peu supérieurs à ceux que donne l'expérience; malgré cela, la concordance est assez satisfaisante.

» 2° *Si en même temps que le sulfure le système renferme du mercure en excès*, p_4 devient égal à F, tension de vapeur saturée du mercure; la relation (2) s'écrit alors

$$\frac{P_2}{P_3} = \chi(T) \tag{5}$$

et l'on a

$$\rho_2 = \frac{100 P_3}{P_2 + P_3} = \frac{100}{1 + \chi(T)}.$$

» ρ ne dépend donc que de la température et l'expérience montre en effet que, quelle que soit la pression, on a, à 440°, $\rho = 85,26$.

» Dans ce cas particulier, l'équation (3) prend la forme

$$\frac{P_2}{P_3 F} = \Psi(T); \tag{3'}$$

on en déduit

$$\frac{P_2}{P_3 F} = \frac{p_2}{p_3^2}.$$

(¹) Π_1 est la pression du gaz hydrogène introduit dans le tube et ramenée à 0°, en sorte que $\Pi = \Pi_1(1 + \alpha T)$.

F est donné par les tables des tensions de vapeur; il est égal à 2934^{mm} à $440°$; $\frac{p_2}{p_3^2}$ peut se calculer au moyen des nombres obtenus dans l'étude précédente; on trouve alors

$$\rho_2 = 100\frac{P_3}{P_2+P_3} = 85,61,$$

nombre voisin de celui que donne l'expérience.

» 3° *Quand on fait agir l'hydrogène sulfuré sur le mercure en excès*, on a

$$p_1 = p_2 = \varpi_2, \qquad p_4 = F;$$

l'équation (2) s'écrit alors :

$$(6) \qquad \frac{\varpi_2^2}{\varpi_3 F} = f(T).$$

» ϖ_2 ne peut être égal à la tension de vapeur saturée du sulfure de mercure; sans quoi l'on retrouverait les résultats de l'étude précédente, ce qui n'a pas lieu. On a donc nécessairement

$$\varpi_2 < f,$$

d'où

$$\frac{\varpi_3}{\varpi_2+\varpi_3} < \frac{P_3}{P_2+P_3}.$$

» La pression du gaz hydrogène sulfuré étant, à 0°, voisine de 760^{mm}, on trouve, à 440°,

$$\rho_3 = 100\frac{\varpi_3}{\varpi_2+\varpi_3} = 80,46.$$

» La valeur de ρ_3 est donc bien nettement inférieure à ρ_2.

» Les nombres que nous avons obtenus en faisant varier la pression du gaz sulfhydrique introduit dans les tubes montrent que ρ_3 diminue en même temps que la pression, comme cela est indiqué par la discussion de la formule (6).

» Pour différentes valeurs Π, Π', ... de la pression, on doit avoir les relations suivantes qui se déduisent facilement de l'équation (6) :

$$(7) \qquad \frac{(\Pi-\varpi_3)^2}{\varpi_3} = \frac{(\Pi'-\varpi'_3)^2}{\varpi'_3} = \ldots = \alpha(T).$$

» L'expérience ne vérifie pas très exactement ces dernières relations; les valeurs de ρ_3 calculées sont toujours un peu inférieures à celles que l'on obtient directement. Ces écarts semblent explicables par la décomposition partielle que subit l'hydrogène sulfuré au moment où l'on scelle les tubes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action d'un hydrate métallique sur les solutions des sels des autres métaux. Sels basiques à deux métaux.* Note de M. **A. Recoura.**

« C'est un phénomène assez fréquent que, lorsqu'on met un oxyde ou un hydrate métallique en contact avec une dissolution d'un sel du même métal, il y a combinaison et formation d'un sel basique, soluble ou insoluble. Mais on n'avait pas jusqu'ici, à ma connaissance, cherché à combiner de même un hydrate métallique avec des sels d'autres métaux. J'ai reconnu qu'un certain nombre d'hydrates métalliques, mis en contact avec des dissolutions de sels d'autres métaux, se combinent très facilement avec eux en donnant naissance à des sels basiques à deux métaux. Ayant lu dans le dernier numéro des *Comptes rendus* une Note de M. Mailhe rentrant dans cet ordre d'idées (combinaison de l'oxyde mercurique avec les sels métalliques), je suis ainsi conduit à communiquer, dès maintenant, les premiers résultats du travail que j'ai entrepris depuis un an sur cette question.

» Je décrirai dans cette Note les composés que j'ai obtenus en faisant agir l'hydrate cuivrique sur les sulfates métalliques.

» *Action de l'hydrate cuivrique sur une solution de sulfate de zinc.* — De l'hydrate cuivrique qui vient d'être préparé est mis en contact avec une solution de sulfate de zinc. On chauffe progressivement en agitant jusqu'à l'ébullition. Brusquement, entre 70° et 75°, l'hydrate qui était bleu vif devient vert bleuâtre pâle. On laisse bouillir quelques minutes. L'analyse de la liqueur, faite alors, montre qu'elle ne renferme pas de cuivre, mais uniquement du sulfate de zinc, et qu'une certaine quantité du sulfate de zinc primitif a disparu, quantité toujours la même, quelle que soit la durée de l'ébullition au contact de l'hydrate cuivrique. L'analyse de la matière vert bleuâtre soigneusement lavée montre que sa composition brute est

$$3\,CuO, ZnO, SO^3 + Aq;$$

ainsi donc 3 *molécules d'hydrate de cuivre ont fixé, en quelques minutes, à* 75°, 1 *molécule de sulfate de zinc.*

» Cette substance n'étant pas cristallisée et ayant la consistance floconneuse de l'hydrate cuivrique, on peut se demander si l'on se trouve bien en présence d'une combinaison définie, ou d'un simple mélange de sulfates basiques de cuivre et de zinc. Il est facile de s'assurer que ce n'est pas un mélange, de la façon suivante : Les sulfates basiques de cuivre ou de zinc sont presque immédiatement détruits quand on les chauffe avec une dissolution de carbonate de soude. Or, la substance $3\,CuO, ZnO, SO^3$ portée à l'ébullition pendant dix minutes avec une quantité de carbonate de soude équivalente ne lui a cédé qu'une quantité très faible d'acide sulfurique. Ce n'est donc

pas un mélange de deux sulfates basiques, mais une combinaison beaucoup plus intime.

» *Action de l'hydrate cuivrique sur d'autres sulfates métalliques.* — J'ai préparé et étudié dans des conditions analogues des combinaisons de l'hydrate cuivrique avec plusieurs autres sulfates. J'en donne plus loin la composition. Pour quelques-uns, la combinaison n'est pas aussi rapide que pour le sulfate de zinc et exige parfois, pour être complète, une ou deux heures d'ébullition.

» *Action de l'hydrate cuivrique sur les sulfates métalliques à froid.* — J'ai essayé de même de combiner l'hydrate cuivrique avec les sulfates métalliques à la température ordinaire. La combinaison se produit également très bien, mais elle est beaucoup moins rapide et elle donne un résultat différent. Il faut généralement plusieurs heures, quelquefois plusieurs jours de contact, avec agitation continuelle, pour que la combinaison soit complète. Pour chaque sulfate, l'analyse du composé a été faite sur plusieurs échantillons préparés dans des conditions très différentes.

» *Résultats généraux.* — Les résultats sont résumés dans le Tableau suivant.

» Comme il m'a paru résulter, non seulement de ces expériences, mais aussi de celles que je publierai bientôt sur les chlorures métalliques, que dans ces réactions intervient le groupe $4CuO$, que l'on rencontre si fréquemment dans l'histoire des composés du cuivre, j'ai comparé entre elles dans ce Tableau les différentes quantités des divers sulfates qui se combinent avec $4CuO$. C'est la seule commune mesure qui donne des résultats simples. Ces composés n'étant pas cristallisés, j'ai jugé inutile de déterminer l'eau de combinaison.

		Nombre de molécules de sulfate combinées avec $4CuO$.	Calculé.	Trouvé.	Formule la plus simple.	Couleur.
ZnO, SO^3	à chaud	$1+\frac{1}{3}$	1,333	1,337	$3CuO(ZnO, SO^3)$	vert bleuâtre pâle
	à froid	$1+\frac{1}{6}$	1,166	1,164	$24CuO, 7(ZnO, SO^3)$	bleu pâle
CdO, SO^3	à chaud	$1+\frac{1}{3}$	1,333	1,326	$3CuO(CdO, SO^3)$	bleu pâle
	à froid	$1+\frac{1}{5}$	1,20	1,21	$20CuO, 6(CdO, SO^3)$	bleu vif
MnO, SO^3	à chaud	$1+\frac{1}{3}$	1,333	1,32	$3CuO(MnO, SO^3)$	vert gris
	à froid	$\frac{1}{6}$	0,166	0,167	$24CuO(MnO, SO^3)$	vert
CoO, SO^3	à chaud	$1+\frac{1}{3}$	1,333	1,334	$3CuO(CoO, SO^3)$	verdâtre pâle
	à froid	$\frac{1}{6}$	0,166	0,166	$24CuO(CoO, SO^3)$	bleu
NiO, SO^3	à chaud	$1+\frac{1}{4}$	1,25	1,247	$16CuO, 5(NiO, SO^3)$	bleu vert pâle
	à froid	$\frac{1}{5}$	0,20	0,20	$20CuO(NiO, SO^3)$	bleu vif
CuO, SO^3	à chaud et à froid	$1+\frac{1}{3}$	1,333	1,33	$3CuO(CuO, SO^3)$	vert pâle

» L'examen de ce Tableau provoque les remarques suivantes :

» A l'ébullition, l'hydrate cuivrique se combine avec la même quantité de tous les sulfates étudiés, le sulfate de nickel excepté, pour donner des composés $3CuO, (MO, SO^3)$, correspondant au sulfate $3CuO (CuO, SO^3)$ qui, ainsi que je l'ai reconnu, se produit dans les mêmes circonstances en mettant en contact l'hydrate de cuivre avec une dissolution de sulfate de cuivre. Mais il n'y a pas de conséquence à tirer de cette uniformité de composition, car, comme je le montrerai prochainement, on ne la retrouve pas chez les chlorures basiques doubles correspondants.

» Les sels basiques doubles préparés à froid ont toujours une composition différente de celle du sel préparé à chaud. Le sel est plus basique, c'est-à-dire que l'hydrate de cuivre se combine à froid avec une quantité moins grande de sulfate métallique.

» Dans une prochaine Note, j'étudierai les combinaisons de l'hydrate cuivrique avec les chlorures métalliques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers imidodithiocarboniques* $RAz = C(SR')^2$. Note de M. **Marcel Delépine.**

« Il y a quelques années, j'ai montré que l'on pouvait préparer des carbothialdines substituées, dérivées de l'aldéhyde formique, en faisant réagir le sulfure de carbone sur les combinaisons méthyléniques des amines primaires ([1]); cette réaction, jointe à ce fait, que j'ai observé depuis, que l'aldéhyde formique s'unit aux thiosulfocarbamates en donnant les mêmes corps, conduit à adopter les formules de réaction et de constitution proposées à cette époque.

Exemple : $S = C \begin{cases} S.Az \begin{cases} CH^2 \\ CH^3 \end{cases} \\ \quad\quad\quad > CH^2 \\ —Az — CH^3 \end{cases}$ (Diméthylformocarbothialdine).

» De plus, j'ai indiqué que l'iodure de méthyle réagit, en présence d'alcool, sur la diméthylformocarbothialdine avec production de formal diéthylique, d'iodhydrate de méthylamine, et enfin d'un iodhydrate cristal-

([1]) *Thèse de Pharmacie*, Gauthier-Villars; *Bull. Soc. Chim.*, (3), t. XV, p. 891, 899; 1896.

lisé d'une base $C^4H^9AzS^2$, dont la constitution, d'après ses dédoublements par HCl et AzH^3, répondait au schéma $CH^3Az = C\begin{smallmatrix}\diagup SCH^3 \\ \diagdown SCH^3\end{smallmatrix}$, c'est-à-dire à un méthylimidodithiocarbonate diméthylique. Les équations suivantes exprimaient ces transformations :

$$(A)\quad SC\begin{smallmatrix}\diagup S.Az\begin{smallmatrix}CH^2 \\ CH^3\end{smallmatrix} \\ \diagdown -Az\begin{smallmatrix}CH^2 \\ CH^3\end{smallmatrix}\end{smallmatrix} + 4C^2H^5.OH = SC\begin{smallmatrix}\diagup SAzH^3CH^3 \\ \diagdown AzHCH^3\end{smallmatrix} + 2CH^2(OC^2H^5)^2.$$

$$(B)\quad S = C\begin{smallmatrix}\diagup SAzH^3CH^3 \\ \diagdown AzHCH^3\end{smallmatrix} + 2CH^3I = \underset{CH^3\ \ I}{S} : C\begin{smallmatrix}\diagup SCH^3 \\ \diagdown AzHCH^3\end{smallmatrix} + \begin{smallmatrix}IAzH^3CH^3 \\ (ou\ CH^3AzH^2, HI)\end{smallmatrix}$$

» Enfin, à son tour, le composé $\begin{smallmatrix}CH^3 \\ I\end{smallmatrix}\rangle S = C\begin{smallmatrix}\diagup SCH^3 \\ \diagdown Az-CH^3 \\ H\diagup\end{smallmatrix}$, se transformait par permutation de variation des valences du soufre et de l'azote en $CH^3S - C\begin{smallmatrix}\diagup SCH^3 \\ \diagdown AzCH^3, IH\end{smallmatrix}$, c'est-à-dire en l'iodhydrate trouvé dans la réaction.

» Je puis aujourd'hui apporter de nouvelles preuves de ces transformations et surtout indiquer un moyen plus simple de préparer les éthers en question, qui étaient inconnus avant mes recherches.

» Tout d'abord, la diéthyl et la diisobutylformocarbothialdine, opposées à l'iodure de méthyle, ont conduit aux composés prévus,

$$C^2H^5Az = C(SCH^3)^2 \qquad \text{et} \qquad C^4H^9Az = C(SCH^3)^2;$$

la diméthylformocarbothialdine et l'iodure d'éthyle, au composé également prévu $CH^3Az = C(SC^2H^5)^2$. Ces réalisations constituent à elles seules une démonstration de l'exactitude du processus de la réaction.

» Mais le fait suivant est plus convaincant encore : en effet, si l'équation B est exacte, il est inutile de passer par l'intermédiaire des carbothialdines et l'on doit pouvoir obtenir d'emblée les iodhydrates des éthers imidodithiocarboniques en faisant réagir un iodure alcoolique sur la combinaison sulfocarbonique d'une amine primaire, c'est-à-dire sur le thiosulfocarbamate $SC\begin{smallmatrix}\diagup SAzH^3R \\ \diagdown AzHR\end{smallmatrix}$. On peut admettre que l'iodure réagit d'abord sur ce carbamate comme sur un sel quelconque :

$$S = C\begin{smallmatrix}\diagup S(AzH^3R) \\ \diagdown AzHR\end{smallmatrix} + IR' = S : C\begin{smallmatrix}\diagup SR' \\ \diagdown AzHR\end{smallmatrix} + I(AzH^3R)\ (ou\ RAzH^2, IH);$$

ensuite, le radical R′ d'une deuxième molécule d'iodure se fixe sur le soufre du S = C, pendant que I se combine à l'H du groupe AzHR, pour former de l'acide iodhydrique

$$R'-I+S=C\left\langle\begin{array}{l}SR'\\Az\left\langle\begin{array}{l}R\\H\end{array}\right.\end{array}\right.=R'S-C\left\langle\begin{array}{l}SR'\\AzR, IH.\end{array}\right.$$

» C'est là une explication un peu plus détaillée de l'équation B, mais qui revient absolument au même et qui trouve sa légitimité dans la facilité avec laquelle on prépare par ce procédé les éthers imidodithiocarboniques substitués. Il suffit, en gros, de faire réagir le sulfure de carbone, puis un iodure sur une amine primaire (méthyl-, éthyl-, allyl-, amylamine, etc.).

» Enfin, parmi les nouvelles réactions de dédoublement propres à établir la constitution de ces bases, je puis signaler les suivantes :

» L'*oxydation* nitrique les transforme, sans engendrer d'acide sulfurique, en acides sulfoniques et amine, pendant que le carbone central disparaît. Ainsi les composés CH^3, C^2H^5, C^4H^9, $C^5H^{11}Az = C(SCH^3)^2$ ont fourni tous de l'acide méthanesulfonique, d'un côté, et les amines respectives, méthylique, éthylique, butylique, amylique, de l'autre; alors que $CH^3Az = C(SC^2H^5)^2$ a engendré l'acide éthanesulfonique et la méthylamine. Ces réactions se lisent sur les formules de constitution.

» L'*hydrogénation* de l'éther $CH^3Az = C(SCH^3)^2$ par Na en milieu alcoolique, m'a conduit à la diméthylamine et au mercaptide de sodium, suivant une réaction où le carbone central est entré en jeu :

$$CH^3Az = C(SCH^3) + 2H^2 + 2Na = CH^3.AzH.CH^3 + 2NaSCH^3.$$

» Enfin, les sels de mercure, de platine, d'argent fournissent des réactions, soit d'addition, soit de dédoublement, si le contact est prolongé. Il se forme, par exemple, avec l'azotate d'argent, du mercaptide d'argent et un composé à odeur vive, sans doute un isocyanate. Exemple :

$$\begin{array}{l}CH^3Az = C(SCH^3)^2 = CH^3Az : CO + 2AgSCH^3.\\ \quad + OAg^2.\end{array}$$

» Tous ces résultats confirment dès lors largement les formules et les réactions antérieurement admises. Les détails d'analyse sur lesquels ils sont appuyés seront publiés en même temps que l'étude individuelle des éthers en question. Grâce à la méthode nouvelle de préparation qui les fournit abondamment, j'espère pouvoir continuer facilement cette étude et l'étendre aux dérivés des thiosulfocarbamates d'amines secondaires qui réagissent également avec une grande facilité sur les iodures alcooliques, ainsi que je m'en suis assuré avec quelques amines grasses et la pipéridine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les érythrites actives*. Note de MM. **L. Maquenne** et **G. Bertrand**, présentée par M. Duclaux.

« Dans deux Notes précédentes nous avons fait connaître, isolément, l'existence des deux tétrites actives prévues par la théorie, ainsi que leurs principaux caractères distinctifs.

» Les formules de structure que nous leur avons assignées n'avaient pu alors être établies, faute d'une quantité suffisante de matière, que d'une façon indirecte : l'une d'elles, dérivant du xylose ou *pentanetétrolal* $\frac{2,4}{3}5$, devait avoir une configuration dissymétrique inverse à celle de l'acide tartrique dextrogyre, nous l'avons appelée *l. érythrite* (1); l'autre, en conséquence et par exclusion, ne pouvait qu'appartenir à la série droite, on l'a désignée sous le nom de *d. érythrite* (2).

» Une étude plus approfondie de ces deux corps nous a permis, en complétant leur histoire chimique, de vérifier nos prévisions de la première heure; ce sont ces nouveaux résultats que nous nous proposons d'exposer aujourd'hui en commun.

» *Forme cristalline*. — L'étude cristallographique de nos produits a été faite par M. Wyrouboff, à qui nous sommes heureux d'exprimer ici nos plus sincères remerciements.

» Il en résulte qu'il y a identité de forme entre les deux érythrites actives; l'une et l'autre appartiennent au système rhomboédrique, montrant les faces du prisme hexagonal e^2 et celles du rhomboèdre primitif p, sans trace d'hémiédrie; elles sont toutes deux uniaxes négatives.

Érythrite droite......	1 : 0,48005	$pp = 130°20'$	$pe^2 = 119°4'$
Érythrite gauche.....	1 : 0,47820	$pp = 130°30'$	$pe^2 = 119°$

» On s'explique ainsi pourquoi l'on peut faire cesser la surfusion de l'une quelconque d'entre elles par amorçage avec un cristal de son inverse optique.

» *Pouvoir rotatoire*. — Chacune des deux érythrites actives montre un pouvoir rotatoire inverse, suivant qu'on l'observe dans l'eau ou dans l'alcool.

» En solution aqueuse, le produit gauche a donné $[\alpha]_D = +4°,33$ ($p = 6$ pour 100) et $4°,25$ ($p = 20$ pour 100), tandis qu'en solution dans l'alcool à 90°

$$[\alpha]_D = -10°,50 \ (p = 5 \text{ pour } 100)$$

et, dans l'alcool à 95°, $[\alpha]_D = -11°50$ ($p = 5$ pour 100).

(1) Maquenne, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1402.
(2) Bertrand, *id.*, t. CXXX, p. 1472.

» Avec le produit droit on a trouvé, dans l'eau, $[\alpha]_D = -4°,40$ ($p = 5$ et 10 pour 100), dans l'alcool à 90° ($p = 5$ pour 100), $[\alpha]_D = +10°,10$ et, dans l'alcool à 95° (même concentration), $[\alpha]_D = +11°,10$.

» La concordance entre tous ces nombres est, comme on le voit, aussi satisfaisante que possible.

» *Tétracétines* $C^4H^6(C^2H^3O^2)^4$. — Pour les obtenir, on porte à l'ébullition un mélange d'érythrite active et d'anhydride acétique, avec une trace de chlorure de zinc, on laisse refroidir, on neutralise exactement avec une lessive de potasse et l'on extrait l'acétine formée par le chloroforme.

» Les deux acétylérythrites sont sirupeuses et incristallisables, un peu solubles dans l'eau, très solubles dans l'alcool, l'éther et le chloroforme, qui les enlève à leur solution aqueuse; elles possèdent une saveur amère.

» En solution chloroformique, elles ont donné $[\alpha]_D = +21°,6$ ($p = 29$ pour 100) dans le cas de l'érythrite gauche et $[\alpha]_D = -19°,28$ ($p = 5$ pour 100) dans le cas de l'érythrite droite.

» Par saponification on y a dosé 32,36 (produit gauche) et 32,74 (produit droit) pour 100 de carbone acétique, la théorie exigeant 33,10.

» *Acétals dibenzoïques* $C^4H^6O^4(C^7H^6)^2$. — On les obtient en traitant par l'aldéhyde benzoïque une solution fortement acide (sulfurique ou chlorhydrique) d'érythrite active; la réaction est instantanée, comme avec l'érythrite ordinaire, et le rendement presque théorique.

» Les deux acétals cristallisent dans l'alcool sous la forme d'aiguilles blanches, fines et soyeuses, d'une extraordinaire légèreté; ils fondent l'un et l'autre à 231° et se subliment lentement, déjà au voisinage de 200°.

» Complètement insolubles dans l'eau, ils se dissolvent dans 400 fois environ leur poids d'alcool à 95° bouillant.

» L'acide sulfurique étendu les dédouble à chaud, en présence d'un grand excès d'aldéhyde benzoïque ou mieux d'alcool, en leurs composants; $14^{gr},5$ de produit droit ont ainsi donné $5^{gr},85$ d'érythrite régénérée, ce qui correspond à 98,6 pour 100 du rendement calculé.

» Ces composés sont caractéristiques.

» *Acétals divalériques* $C^4H^6O^4(C^5H^{10})^2$. — Ces corps se forment lorsque l'on agite une solution d'érythrite active dans l'acide sulfurique à 50 pour 100 avec $1^{gr},5$ d'aldéhyde isovalérique; on les purifie par cristallisation dans l'alcool. Le rendement total est d'environ 90 pour 100, par rapport à la théorie.

» Les acétals divalériques de l'érythrite active se présentent sous la forme de belles paillettes nacrées qui ressemblent à la cholestérine et fondent à 105-106°.

» Très peu solubles dans l'eau, ils se dissolvent avec facilité dans l'alcool et s'hydrolysent rapidement quand on les chauffe avec un acide minéral étendu; dans le vide ils se dissocient d'une manière sensible, même à froid.

» *Oxydation*. — Pour oxyder régulièrement l'érythrite active, on l'a chauffée à l'air libre, sur le bain-marie, par portions d'un gramme à la fois, avec trois parties d'acide azotique ($D = 1,2$), jusqu'à ce que le mélange commence à devenir sirupeux; le résidu,

neutralisé par la potasse, puis additionné d'acide acétique et d'alcool, a laissé déposer des cristaux qui présentaient tous les caractères d'un bitartrate de potassium actif. 1gr d'érythrite en donne dans ces conditions 0gr,15, en moyenne.

» Le produit ainsi obtenu avec l'érythrite droite possédait un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +23°,0$ et par conséquent était identique avec la crème de tartre ordinaire; celui qui dérive de l'érythrite gauche a donné le nombre inverse, — 22°,9.

» Ces résultats montrent que nos produits représentent bien, ainsi que nous l'avons supposé dès le début de nos recherches, les antipodes optiques de l'érythrite active; celui qui se forme dans l'hydrogénation de l'érythrulose répond à l'acide tartrique ordinaire et doit être rangé dans la série droite; l'autre est en relation avec l'acide tartrique lévogyre et en conséquence doit prendre place à côté de lui dans la série gauche.

» Tous les corps dont nous venons de parler donnent naissance à des racémiques lorsqu'on les mélange à poids égaux; l'étude de ces nouveaux composés fera l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Étude d'un densimètre destiné à la détermination de la valeur boulangère des farines de blé.* Note de M. E. **Fleurent**, présentée par M. Schlœsing.

« Au courant des études que j'ai poursuivies dans ces dernières années et dont j'ai entretenu l'Académie à diverses reprises, j'ai montré l'influence que joue, sur la valeur boulangère des farines de blé tendre, les variations de proportions des deux principes constituants du gluten, gliadine et gluténine.

» Les idées que j'ai répandues à ce sujet ont fait un chemin rapide dans le monde meunier de France et des pays étrangers, notamment d'Allemagne, d'Angleterre et des États-Unis. Mais, pour que ces idées puissent recevoir leur application pratique, il était nécessaire de modifier la méthode d'analyse quantitative que j'ai fait connaître en même temps. En effet, si cette méthode se prête bien aux conditions d'établissement du laboratoire scientifique, elle ne permet pas, à cause du temps nécessaire et des soins particuliers qu'elle exige, soit le contrôle régulier du travail de l'usine, soit l'examen rapide du blé allant à la mouture.

» Pour répondre aux exigences légitimes de l'industrie meunière, j'ai dû rechercher une méthode plus simple et plus rapide, capable, en même temps, de donner les résultats possédant l'exactitude désirable dans ce

genre d'opérations. Or, ici, cette exactitude n'a pas besoin d'être absolument rigoureuse : la pratique montre, en effet, qu'il faut atteindre 1,5 à 2 pour 100 de différence dans les proportions de gliadine contenue dans le gluten, pour que l'œil de l'expert puisse nettement apprécier la différence qui se manifeste dans la tenue du pain terminé.

» J'ai pensé que la solution de cette question pourrait être donnée par la mesure de la variation de densité que font subir, à une liqueur alcoolique de degré convenable, des proportions différentes de gliadine dissoute.

» Cette dissolution devant être opérée, pour aller plus vite, non plus sur le gluten extrait, mais sur la farine elle-même, il y avait lieu, avant tout, de se rendre compte de l'influence que peuvent exercer, sur la valeur des chiffres obtenus, certaines causes qu'il est facile de prévoir.

» Parmi ces causes apparaît, en premier lieu, la variation de la densité même de la gliadine, suivant les diverses variétés de blé dont on l'extrait. Je me suis assuré que cette densité, prise dans l'alcool à 0°, variant de 1,360 à 1,380, ne pouvait, dans les conditions où je me suis placé, apporter dans les cas extrêmes que des variations de poids comprises entre deux et quatre dixièmes de milligramme par centimètre cube de liqueur, c'est-à-dire insensibles à l'appareil densimétrique.

» Une autre cause réside dans les substances étrangères dissoutes en même temps que la gliadine : ces substances sont les sucres et les matières minérales. Or, l'expérience montre que 100^{cc} d'alcool à 70°, mis en présence des quantités extrêmes (20^{gr} à 50^{gr}) de farine blanche nécessaires au dosage, dissolvent le même poids de matières minérales, soit 30^{mg}; d'autre part, les analyses faites sur un grand nombre de variétés de blé prouvent que les proportions de glucose et de saccharose contenues dans les farines oscillent autour de 1,5 pour 100; ce n'est qu'exceptionnellement qu'on les voit descendre à 1 pour 100 ou atteindre 2 pour 100. Il suit de là que, les proportions de matières dissoutes en même temps que la gliadine étant sensiblement constantes, il ne saurait, de leur fait, s'introduire des causes d'erreur sensible dans la prise de la densité.

» Il y a également lieu de tenir compte de la conglutine, 1 pour 100 environ, qui, pesée en même temps que la gliadine dans l'ancienne méthode, ne l'est pas lorsqu'on emploie l'alcool sans alcali, dans lequel elle est insoluble.

» L'erreur la plus sensible est celle qu'apportent les variations d'humidité de la farine; mais il est facile d'y remédier en établissant l'appareil densimétrique pour un degré moyen d'humidité, soit 14 pour 100; dans ces conditions, les farines les plus humides (16 pour 100) étant celles qui, parce qu'elles sont généralement moins riches en gluten, apportent la cause d'erreur la plus grande, celle-ci, néanmoins, ne dépasse jamais 0,6 pour des chiffres variant de 55 à 85 pour 100.

» Ce qui précède étant établi, je me suis rapidement rendu compte que la solution à employer correspond à la mise en contact avec l'alcool d'une

quantité de farine correspondant à 5gr de gluten sec pour 150cc de liquide. Puis, à l'aide des formules connues et en opérant avec des solutions de gliadine de titre déterminé, j'ai calculé les dimensions d'un aéromètre à poids constant, que j'ai gradué ensuite par comparaison en employant, pour le dosage de la gliadine, la méthode pondérale anciennement décrite.

» L'appareil, dit *gliadimètre*, est gradué à la température de 20°. Il porte deux séries de divisions partant d'un zéro commun. Celle qui remonte vers la partie supérieure de la tige sert à la préparation de l'alcool, qui doit marquer 74°G.-L. à 20°C. (div. 3,7 de l'appareil); celle qui redescend vers le bas sert à la prise de densité de la solution de gliadine. Cette solution est obtenue en agitant pendant deux heures et demie à trois heures la quantité de farine qui correspond à 5gr de gluten sec avec 150cc de l'alcool au titre indiqué ci-dessus. Une table, jointe à l'appareil et qui porte des corrections pour les températures variant de 18° à 22°, donne directement la quantité de gliadine contenue dans 100 parties de gluten sec de la farine mise à l'essai.

» Cet appareil est utilisé, depuis un an, dans une cinquantaine de minoteries françaises et étrangères, ainsi qu'au laboratoire d'essais créé par l'Association des meuniers allemands à l'Université de Berlin, et il a donné partout des résultats excellents. »

MINÉRALOGIE. — *Analyse de quelques travertins du bassin de Vichy*. Note de MM. **C. Girard** et **F. Bordas**, présentée par M. Sebert.

« La forte teneur en sels des eaux dites *minérales* provient de ce que, au lieu de jaillir au point de rencontre des deux couches, l'une perméable, l'autre imperméable, elles nous parviennent par des fentes traversant l'écorce terrestre en s'enfonçant plus ou moins loin dans le globe.

» En raison de leur température élevée, ces eaux se chargent de principes minéraux, d'autant plus que le gaz carbonique sous pression, en contact duquel elles se trouvent parfois, intervient puissamment pour augmenter cette action en les aidant à dissoudre les carbonates et à décomposer les silicates et les feldspaths pour s'emparer de leurs bases.

» Sous l'influence des variations de température, de la perte au contact de l'air d'une portion de l'acide carbonique qui maintenait en dissolution certains carbonates à l'état de bicarbonates, et de l'évaporation spontanée,

toutes les eaux déposent ou peuvent déposer des substances minérales insolubles.

» L'instabilité du bicarbonate de chaux est la cause principale de ce phénomène. Ce sel en se précipitant entraîne avec lui d'autres composés, tels que les arséniates, les phosphates, etc., qui sembleraient devoir, dans ces conditions, rester en dissolution.

» Les travertins que nous avons analysés provenaient des vasques de la Grande-Grille, Hôpital et Chomel de Vichy. Ces concrétions présentaient l'aspect suivant :

Grande-Grille.	Masse jaune sale, compacte, à couches alternativement ocreuse et jaune.
Hôpital	Même aspect que la précédente.
Chomel	Sédiment ocreux, de même couleur dans toute la masse.

» Sur cent parties de l'échantillon séché à 110°, l'analyse a fourni les résultats suivants :

		Grande-Grille.	Hôpital.	Chomel.
Perte au rouge sombre		0,621	0,786	1,869
Sable	Silice hydratée	0,079	0,069	0,482
	Silice combinée	0,456	0,078	0,776
	Sesquioxyde de fer	0,027	0,007	0,057
	Alumine	0,064	0,022	0,175
	Soufre	0,012	0,008	0,005
Sulfate de baryte et de strontiane.		traces	traces	traces
Acide arsénique (As^5O^5)		0,027	traces	0,202
Acide phosphorique (P^2O^5)		0,049	0,027	0,096
Sesquioxyde de fer		0,551	0,390	1,280
Alumine		0,159	0,093	0,286
Oxyde de manganèse		0,080	0,078	0,083
Chaux		53,436	54,415	51,357
Magnésie		0,773	0,521	0,999
Potassium		0,074	0,038	0,014
Sodium		0,313	0,172	0,084
Lithium		traces	traces	traces
Acide sulfurique, SO^4H^2		0,319	0,351	0,244
Chlore		traces	traces	traces
Cuivre		traces	traces	traces
Baryum		traces	traces	traces
Rubidium, cæsium, fluor, iode, brome, acides crénique et apocrénique		néant	néant	néant

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les érythrites actives.* Note de MM. **L. Maquenne** et **G. Bertrand**, présentée par M. Duclaux.

« Dans deux Notes précédentes nous avons fait connaître, isolément, l'existence des deux tétrites actives prévues par la théorie, ainsi que leurs principaux caractères distinctifs.

» Les formules de structure que nous leur avons assignées n'avaient pu alors être établies, faute d'une quantité suffisante de matière, que d'une façon indirecte : l'une d'elles, dérivant du xylose ou *pentanetétrolal* $\frac{2,4}{3}$ 5, devait avoir une configuration dissymétrique inverse à celle de l'acide tartrique dextrogyre, nous l'avons appelée *l. érythrite* (1); l'autre, en conséquence et par exclusion, ne pouvait qu'appartenir à la série droite, on l'a désignée sous le nom de *d. érythrite* (2).

» Une étude plus approfondie de ces deux corps nous a permis, en complétant leur histoire chimique, de vérifier nos prévisions de la première heure; ce sont ces nouveaux résultats que nous nous proposons d'exposer aujourd'hui en commun.

» *Forme cristalline.* — L'étude cristallographique de nos produits a été faite par M. Wyrouboff, à qui nous sommes heureux d'exprimer ici nos plus sincères remerciements.

» Il en résulte qu'il y a identité de forme entre les deux érythrites actives; l'une et l'autre appartiennent au système rhomboédrique, montrant les faces du prisme hexagonal e^2 et celles du rhomboèdre primitif p, sans trace d'hémiédrie; elles sont toutes deux uniaxes négatives.

Érythrite droite......	1 : 0,48005	$pp = 130°20'$	$pe^2 = 119°4'$
Érythrite gauche.....	1 : 0,47820	$pp = 130°30'$	$pe^2 = 119°$

» On s'explique ainsi pourquoi l'on peut faire cesser la surfusion de l'une quelconque d'entre elles par amorçage avec un cristal de son inverse optique.

» *Pouvoir rotatoire.* — Chacune des deux érythrites actives montre un pouvoir rotatoire inverse, suivant qu'on l'observe dans l'eau ou dans l'alcool.

» En solution aqueuse, le produit gauche a donné $[\alpha]_D = +4°,33$ ($p = 6$ pour 100) et $4°,25$ ($p = 20$ pour 100), tandis qu'en solution dans l'alcool à 90°

$$[\alpha]_D = -10°,50 \ (p = 5 \text{ pour } 100)$$

et, dans l'alcool à 95°, $[\alpha]_D = -11°50$ ($p = 5$ pour 100).

(1) Maquenne, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1402.

(2) Bertrand, *id.*, t. CXXX, p. 1472.

» Avec le produit droit on a trouvé, dans l'eau, $[\alpha]_D = -4°,40$ ($p = 5$ et 10 pour 100), dans l'alcool à 90° ($p = 5$ pour 100), $[\alpha]_D = +10°,10$ et, dans l'alcool à 95° (même concentration), $[\alpha]_D = +11°,10$.

» La concordance entre tous ces nombres est, comme on le voit, aussi satisfaisante que possible.

» *Tétracétines* $C^4H^6(C^2H^3O^2)^4$. — Pour les obtenir, on porte à l'ébullition un mélange d'érythrite active et d'anhydride acétique, avec une trace de chlorure de zinc, on laisse refroidir, on neutralise exactement avec une lessive de potasse et l'on extrait l'acétine formée par le chloroforme.

» Les deux acétylérythrites sont sirupeuses et incristallisables, un peu solubles dans l'eau, très solubles dans l'alcool, l'éther et le chloroforme, qui les enlève à leur solution aqueuse; elles possèdent une saveur amère.

» En solution chloroformique, elles ont donné $[\alpha]_D = +21°,6$ ($p = 29$ pour 100) dans le cas de l'érythrite gauche et $[\alpha]_D = -19°,28$ ($p = 5$ pour 100) dans le cas de l'érythrite droite.

» Par saponification on y a dosé 32,36 (produit gauche) et 32,74 (produit droit) pour 100 de carbone acétique, la théorie exigeant 33,10.

» *Acétals dibenzoïques* $C^4H^6O^4(C^7H^6)^2$. — On les obtient en traitant par l'aldéhyde benzoïque une solution fortement acide (sulfurique ou chlorhydrique) d'érythrite active; la réaction est instantanée, comme avec l'érythrite ordinaire, et le rendement presque théorique.

» Les deux acétals cristallisent dans l'alcool sous la forme d'aiguilles blanches, fines et soyeuses, d'une extraordinaire légèreté; ils fondent l'un et l'autre à 231° et se subliment lentement, déjà au voisinage de 200°.

» Complètement insolubles dans l'eau, ils se dissolvent dans 400 fois environ leur poids d'alcool à 95° bouillant.

» L'acide sulfurique étendu les dédouble à chaud, en présence d'un grand excès d'aldéhyde benzoïque ou mieux d'alcool, en leurs composants; $14^{gr},5$ de produit droit ont ainsi donné $5^{gr},85$ d'érythrite régénérée, ce qui correspond à 98,6 pour 100 du rendement calculé.

» Ces composés sont caractéristiques.

» *Acétals divalériques* $C^4H^6O^4(C^5H^{10})^2$. — Ces corps se forment lorsque l'on agite une solution d'érythrite active dans l'acide sulfurique à 50 pour 100 avec $1^{gr},5$ d'aldéhyde isovalérique; on les purifie par cristallisation dans l'alcool. Le rendement total est d'environ 90 pour 100, par rapport à la théorie.

» Les acétals divalériques de l'érythrite active se présentent sous la forme de belles paillettes nacrées qui ressemblent à la cholestérine et fondent à 105-106°.

» Très peu solubles dans l'eau, ils se dissolvent avec facilité dans l'alcool et s'hydrolysent rapidement quand on les chauffe avec un acide minéral étendu; dans le vide ils se dissocient d'une manière sensible, même à froid.

» *Oxydation*. — Pour oxyder régulièrement l'érythrite active, on l'a chauffée à l'air libre, sur le bain-marie, par portions d'un gramme à la fois, avec trois parties d'acide azotique ($D = 1,2$), jusqu'à ce que le mélange commence à devenir sirupeux; le résidu,

lisé d'une base $C^4H^9AzS^2$, dont la constitution, d'après ses dédoublements par HCl et AzH^3, répondait au schéma $CH^3Az = C\begin{smallmatrix}\diagup SCH^3 \\ \diagdown SCH^3\end{smallmatrix}$, c'est-à-dire à un méthylimidodithiocarbonate diméthylique. Les équations suivantes exprimaient ces transformations :

$$\text{(A)}\quad SC\begin{smallmatrix}\diagup S.Az\begin{smallmatrix}\diagup CH^2 \\ - CH^3 \\ \diagdown CH^2\end{smallmatrix} \\ \diagdown - Az - CH^3\end{smallmatrix} + 4C^2H^5.OH = SC\begin{smallmatrix}\diagup SAzH^3CH^3 \\ \diagdown AzHCH^3\end{smallmatrix} + 2CH^2(OC^2H^5)^2.$$

$$\text{(B)}\quad S = C\begin{smallmatrix}\diagup SAzH^3CH^3 \\ \diagdown AzHCH^3\end{smallmatrix} + 2CH^3I = \underset{CH^3\ \ I}{S} : C\begin{smallmatrix}\diagup SCH^3 \\ \diagdown AzHCH^3\end{smallmatrix} + \begin{smallmatrix}IAzH^3CH^3 \\ (\text{ou } CH^3AzH^2, HI)\end{smallmatrix}$$

» Enfin, à son tour, le composé $\begin{smallmatrix}CH^3 \diagdown \\ I \diagup\end{smallmatrix} S = C\begin{smallmatrix}\diagup SCH^3 \\ \diagdown Az - CH^3 \\ H \diagup\end{smallmatrix}$, se transformait par permutation de variation des valences du soufre et de l'azote en $CH^3S - C\begin{smallmatrix}\diagup SCH^3 \\ \diagdown\!\!\diagdown AzCH^3, IH\end{smallmatrix}$, c'est-à-dire en l'iodhydrate trouvé dans la réaction.

» Je puis aujourd'hui apporter de nouvelles preuves de ces transformations et surtout indiquer un moyen plus simple de préparer les éthers en question, qui étaient inconnus avant mes recherches.

» Tout d'abord, la diéthyl et la diisobutylformocarbothialdine, opposées à l'iodure de méthyle, ont conduit aux composés prévus,

$$C^2H^5Az = C(SCH^3)^2 \qquad \text{et} \qquad C^4H^9Az = C(SCH^3)^2;$$

la diméthylformocarbothialdine et l'iodure d'éthyle, au composé également prévu $CH^3Az = C(SC^2H^5)^2$. Ces réalisations constituent à elles seules une démonstration de l'exactitude du processus de la réaction.

» Mais le fait suivant est plus convaincant encore : en effet, si l'équation B est exacte, il est inutile de passer par l'intermédiaire des carbothialdines et l'on doit pouvoir obtenir d'emblée les iodhydrates des éthers imidodithiocarboniques en faisant réagir un iodure alcoolique sur la combinaison sulfocarbonique d'une amine primaire, c'est-à-dire sur le thiosulfocarbamate $SC\begin{smallmatrix}\diagup SAzH^3R \\ \diagdown AzHR\end{smallmatrix}$. On peut admettre que l'iodure réagit d'abord sur ce carbamate comme sur un sel quelconque :

$$S = C\begin{smallmatrix}\diagup S(AzH^3R) \\ \diagdown AzHR\end{smallmatrix} + IR' = S : C\begin{smallmatrix}\diagup SR' \\ \diagdown AzHR\end{smallmatrix} + I(AzH^3R)\ (\text{ou } RAzH^2, IH);$$

ensuite, le radical R′ d'une deuxième molécule d'iodure se fixe sur le soufre du S = C, pendant que I se combine à l'H du groupe AzHR, pour former de l'acide iodhydrique

$$R'-I + S=C\begin{smallmatrix}\diagup SR' \\ \diagdown Az\begin{smallmatrix}\diagup R \\ \diagdown H\end{smallmatrix}\end{smallmatrix} = R'S-C\begin{smallmatrix}\diagup SR' \\ \diagdown\!\!\diagdown AzR\end{smallmatrix}, IH.$$

» C'est là une explication un peu plus détaillée de l'équation B, mais qui revient absolument au même et qui trouve sa légitimité dans la facilité avec laquelle on prépare par ce procédé les éthers imidodithiocarboniques substitués. Il suffit, en gros, de faire réagir le sulfure de carbone, puis un iodure sur une amine primaire (méthyl-, éthyl-, allyl-, amylamine, etc.).

» Enfin, parmi les nouvelles réactions de dédoublement propres à établir la constitution de ces bases, je puis signaler les suivantes :

» L'*oxydation* nitrique les transforme, sans engendrer d'acide sulfurique, en acides sulfoniques et amine, pendant que le carbone central disparaît. Ainsi les composés CH^3, C^2H^5, C^4H^9, $C^5H^{11}Az = C(SCH^3)^2$ ont fourni tous de l'acide méthanesulfonique, d'un côté, et les amines respectives, méthylique, éthylique, butylique, amylique, de l'autre; alors que $CH^3Az = C(SC^2H^5)^2$ a engendré l'acide éthanesulfonique et la méthylamine. Ces réactions se lisent sur les formules de constitution.

» *L'hydrogénation* de l'éther $CH^3Az = C(SCH^3)^2$ par Na en milieu alcoolique, m'a conduit à la diméthylamine et au mercaptide de sodium, suivant une réaction où le carbone central est entré en jeu :

$$CH^3Az = C(SCH^3) + 2H^2 + 2Na = CH^3.AzH.CH^3 + 2NaSCH^3.$$

» Enfin, les sels de mercure, de platine, d'argent fournissent des réactions, soit d'addition, soit de dédoublement, si le contact est prolongé. Il se forme, par exemple, avec l'azotate d'argent, du mercaptide d'argent et un composé à odeur vive, sans doute un isocyanate. Exemple :

$$\begin{aligned}CH^3Az = C(SCH^3)^2 &= CH^3Az : CO + 2AgSCH^3.\\ + OAg^2.&\end{aligned}$$

» Tous ces résultats confirment dès lors largement les formules et les réactions antérieurement admises. Les détails d'analyse sur lesquels ils sont appuyés seront publiés en même temps que l'étude individuelle des éthers en question. Grâce à la méthode nouvelle de préparation qui les fournit abondamment, j'espère pouvoir continuer facilement cette étude et l'étendre aux dérivés des thiosulfocarbamates d'amines secondaires qui réagissent également avec une grande facilité sur les iodures alcooliques, ainsi que je m'en suis assuré avec quelques amines grasses et la pipéridine. »

quantité de farine correspondant à 5^{gr} de gluten sec pour 150^{cc} de liquide. Puis, à l'aide des formules connues et en opérant avec des solutions de gliadine de titre déterminé, j'ai calculé les dimensions d'un aéromètre à poids constant, que j'ai gradué ensuite par comparaison en employant, pour le dosage de la gliadine, la méthode pondérale anciennement décrite.

» L'appareil, dit *gliadimètre*, est gradué à la température de 20°. Il porte deux séries de divisions partant d'un zéro commun. Celle qui remonte vers la partie supérieure de la tige sert à la préparation de l'alcool, qui doit marquer 74°G.-L. à 20°C. (div. 3,7 de l'appareil); celle qui redescend vers le bas sert à la prise de densité de la solution de gliadine. Cette solution est obtenue en agitant pendant deux heures et demie à trois heures la quantité de farine qui correspond à 5^{gr} de gluten sec avec 150^{cc} de l'alcool au titre indiqué ci-dessus. Une table, jointe à l'appareil et qui porte des corrections pour les températures variant de 18° à 22°, donne directement la quantité de gliadine contenue dans 100 parties de gluten sec de la farine mise à l'essai.

» Cet appareil est utilisé, depuis un an, dans une cinquantaine de minoteries françaises et étrangères, ainsi qu'au laboratoire d'essais créé par l'Association des meuniers allemands à l'Université de Berlin, et il a donné partout des résultats excellents. »

MINÉRALOGIE. — *Analyse de quelques travertins du bassin de Vichy.* Note de MM. **C. Girard** et **F. Bordas**, présentée par M. Sebert.

« La forte teneur en sels des eaux dites *minérales* provient de ce que, au lieu de jaillir au point de rencontre des deux couches, l'une perméable, l'autre imperméable, elles nous parviennent par des fentes traversant l'écorce terrestre en s'enfonçant plus ou moins loin dans le globe.

» En raison de leur température élevée, ces eaux se chargent de principes minéraux, d'autant plus que le gaz carbonique sous pression, en contact duquel elles se trouvent parfois, intervient puissamment pour augmenter cette action en les aidant à dissoudre les carbonates et à décomposer les silicates et les feldspaths pour s'emparer de leurs bases.

» Sous l'influence des variations de température, de la perte au contact de l'air d'une portion de l'acide carbonique qui maintenait en dissolution certains carbonates à l'état de bicarbonates, et de l'évaporation spontanée,

toutes les eaux déposent ou peuvent déposer des substances minérales insolubles.

» L'instabilité du bicarbonate de chaux est la cause principale de ce phénomène. Ce sel en se précipitant entraîne avec lui d'autres composés, tels que les arséniates, les phosphates, etc., qui sembleraient devoir, dans ces conditions, rester en dissolution.

» Les travertins que nous avons analysés provenaient des vasques de la Grande-Grille, Hôpital et Chomel de Vichy. Ces concrétions présentaient l'aspect suivant :

Grande-Grille.	Masse jaune sale, compacte, à couches alternativement ocreuse et jaune.
Hôpital	Même aspect que la précédente.
Chomel	Sédiment ocreux, de même couleur dans toute la masse.

» Sur cent parties de l'échantillon séché à 110°, l'analyse a fourni les résultats suivants :

		Grande-Grille.	Hôpital.	Chomel.
Perte au rouge sombre		0,621	0,786	1,869
Sable	Silice hydratée	0,079	0,069	0,482
	Silice combinée	0,456	0,078	0,776
	Sesquioxyde de fer	0,027	0,007	0,057
	Alumine	0,064	0,022	0,175
	Soufre	0,012	0,008	0,005
Sulfate de baryte et de strontiane.		traces	traces	traces
Acide arsénique (As^5O^5)		0,027	traces	0,202
Acide phosphorique (P^2O^5)		0,049	0,027	0,096
Sesquioxyde de fer		0,551	0,390	1,280
Alumine		0,159	0,093	0,286
Oxyde de manganèse		0,080	0,078	0,083
Chaux		53,436	54,415	51,357
Magnésie		0,773	0,521	0,999
Potassium		0,074	0,038	0,014
Sodium		0,313	0,172	0,084
Lithium		traces	traces	traces
Acide sulfurique, SO^4H^2		0,319	0,351	0,244
Chlore		traces	traces	traces
Cuivre		traces	traces	traces
Baryum		traces	traces	traces
Rubidium, cæsium, fluor, iode, brome, acides crénique et apocrénique		néant	néant	néant

neutralisé par la potasse, puis additionné d'acide acétique et d'alcool, a laissé déposer des cristaux qui présentaient tous les caractères d'un bitartrate de potassium actif. 1^{gr} d'érythrite en donne dans ces conditions $0^{gr},15$, en moyenne.

» Le produit ainsi obtenu avec l'érythrite droite possédait un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +23°,0$ et par conséquent était identique avec la crème de tartre ordinaire; celui qui dérive de l'érythrite gauche a donné le nombre inverse, $-22°,9$.

» Ces résultats montrent que nos produits représentent bien, ainsi que nous l'avons supposé dès le début de nos recherches, les antipodes optiques de l'érythrite active; celui qui se forme dans l'hydrogénation de l'érythrulose répond à l'acide tartrique ordinaire et doit être rangé dans la série droite; l'autre est en relation avec l'acide tartrique lévogyre et en conséquence doit prendre place à côté de lui dans la série gauche.

» Tous les corps dont nous venons de parler donnent naissance à des racémiques lorsqu'on les mélange à poids égaux; l'étude de ces nouveaux composés fera l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Étude d'un densimètre destiné à la détermination de la valeur boulangère des farines de blé.* Note de M. E. **Fleurent**, présentée par M. Schlœsing.

« Au courant des études que j'ai poursuivies dans ces dernières années et dont j'ai entretenu l'Académie à diverses reprises, j'ai montré l'influence que joue, sur la valeur boulangère des farines de blé tendre, les variations de proportions des deux principes constituants du gluten, gliadine et gluténine.

» Les idées que j'ai répandues à ce sujet ont fait un chemin rapide dans le monde meunier de France et des pays étrangers, notamment d'Allemagne, d'Angleterre et des États-Unis. Mais, pour que ces idées puissent recevoir leur application pratique, il était nécessaire de modifier la méthode d'analyse quantitative que j'ai fait connaître en même temps. En effet, si cette méthode se prête bien aux conditions d'établissement du laboratoire scientifique, elle ne permet pas, à cause du temps nécessaire et des soins particuliers qu'elle exige, soit le contrôle régulier du travail de l'usine, soit l'examen rapide du blé allant à la mouture.

» Pour répondre aux exigences légitimes de l'industrie meunière, j'ai dû rechercher une méthode plus simple et plus rapide, capable, en même temps, de donner les résultats possédant l'exactitude désirable dans ce

genre d'opérations. Or, ici, cette exactitude n'a pas besoin d'être absolument rigoureuse : la pratique montre, en effet, qu'il faut atteindre 1,5 à 2 pour 100 de différence dans les proportions de gliadine contenue dans le gluten, pour que l'œil de l'expert puisse nettement apprécier la différence qui se manifeste dans la tenue du pain terminé.

» J'ai pensé que la solution de cette question pourrait être donnée par la mesure de la variation de densité que font subir, à une liqueur alcoolique de degré convenable, des proportions différentes de gliadine dissoute.

» Cette dissolution devant être opérée, pour aller plus vite, non plus sur le gluten extrait, mais sur la farine elle-même, il y avait lieu, avant tout, de se rendre compte de l'influence que peuvent exercer, sur la valeur des chiffres obtenus, certaines causes qu'il est facile de prévoir.

» Parmi ces causes apparaît, en premier lieu, la variation de la densité même de la gliadine, suivant les diverses variétés de blé dont on l'extrait. Je me suis assuré que cette densité, prise dans l'alcool à 0°, variant de 1,360 à 1,380, ne pouvait, dans les conditions où je me suis placé, apporter dans les cas extrêmes que des variations de poids comprises entre deux et quatre dixièmes de milligramme par centimètre cube de liqueur, c'est-à-dire insensibles à l'appareil densimétrique.

» Une autre cause réside dans les substances étrangères dissoutes en même temps que la gliadine : ces substances sont les sucres et les matières minérales. Or, l'expérience montre que 100^{cc} d'alcool à 70°, mis en présence des quantités extrêmes (20^{gr} à 50^{gr}) de farine blanche nécessaires au dosage, dissolvent le même poids de matières minérales, soit 30^{mg}; d'autre part, les analyses faites sur un grand nombre de variétés de blé prouvent que les proportions de glucose et de saccharose contenues dans les farines oscillent autour de 1,5 pour 100; ce n'est qu'exceptionnellement qu'on les voit descendre à 1 pour 100 ou atteindre 2 pour 100. Il suit de là que, les proportions de matières dissoutes en même temps que la gliadine étant sensiblement constantes, il ne saurait, de leur fait, s'introduire des causes d'erreur sensible dans la prise de la densité.

» Il y a également lieu de tenir compte de la conglutine, 1 pour 100 environ, qui, pesée en même temps que la gliadine dans l'ancienne méthode, ne l'est pas lorsqu'on emploie l'alcool sans alcali, dans lequel elle est insoluble.

» L'erreur la plus sensible est celle qu'apportent les variations d'humidité de la farine; mais il est facile d'y remédier en établissant l'appareil densimétrique pour un degré moyen d'humidité, soit 14 pour 100; dans ces conditions, les farines les plus humides (16 pour 100) étant celles qui, parce qu'elles sont généralement moins riches en gluten, apportent la cause d'erreur la plus grande, celle-ci, néanmoins, ne dépasse jamais 0,6 pour des chiffres variant de 55 à 85 pour 100.

» Ce qui précède étant établi, je me suis rapidement rendu compte que la solution à employer correspond à la mise en contact avec l'alcool d'une

tion des noyaux; finalement, chaque sporoblaste doit donc en posséder un, et celui-ci est vraisemblablement représenté par le grain basilaire du cil [1]. Il sera dès lors intéressant de rechercher le rôle joué par ce centrosome dans une conjugaison isogame, où par conséquent les deux gamètes sont pourvus d'un centrosome semblable au moment de l'acte sexuel.

» L'accolement des deux gamètes s'effectue avec une grande rapidité, mais les deux noyaux restent encore quelque temps distincts. Les fouets disparaissent et la copula prend une forme ovoïde aplatie [2]. Je ferai connaître ultérieurement les phases de ce processus qui conduit à la formation des longues chaînes de sporocystes évacuées par le kyste à sa maturité. »

ZOOLOGIE. — *Sur la présence constante d'un stade grégariniforme dans le cycle évolutif de l'hématozoaire du paludisme.* Note de M. A. **Billet**, présentée par M. Alfred Giard.

« J'ai fréquemment observé, en suivant pas à pas le cycle évolutif de l'hématozoaire de Laveran [3], un stade que, en raison de son aspect morphologique spécial, je propose de désigner sous le terme de *stade grégariniforme*.

» Ce stade se rencontre uniquement dans le cours du processus de multiplication de l'hématozoaire par voie endogène ou asexuée. Il est intermédiaire entre le stade du début, représenté par un petit corps arrondi ovalaire, non pigmenté, de 1^{μ} à 2^{μ} de diamètre, à cytoplasma annulaire muni d'un noyau vacuolaire et d'un karyosome punctiforme (1) et le stade

---

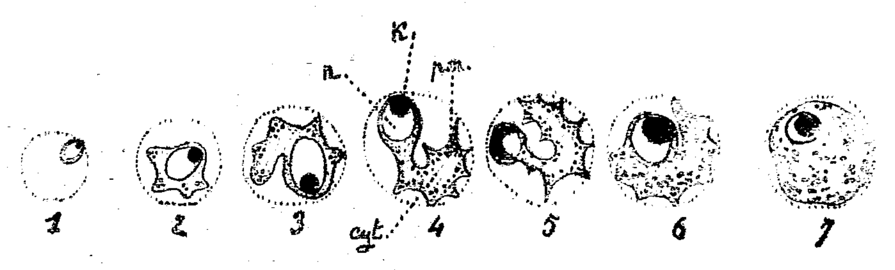
(1) Dans une Note récente (*Soc. de Biologie*, 29 mars 1901), Laveran et Mesnil ont également comparé le blépharoplaste des Trypanosomes au centrosome des spermatozoïdes et se prononcent pour la nature centrosomienne de ce corpuscule. Je ne puis que me ranger complètement à leur avis.

(2) Ce processus rappelle beaucoup celui que Schaudinn nous a fait connaître chez *Trichosphaerium Sieboldi* Schn.

(3) C'est principalement chez les malades atteints de fièvre tierce simple et pendant les rechutes de la saison *hiberno-vernale* (qui s'étend en Algérie du milieu du mois de décembre au milieu du mois de juin) que l'on rencontre ce stade particulier.

A Constantine, je l'ai surtout observé chez les militaires employés, dans les pénitenciers, aux travaux de terrassement (routes, mines, etc.) et dont le sang fourmille d'hématozoaires pendant la période fébrile (10 à 15 par champ du microscope).

final ou adulte représenté par un corps sphérique, volumineux, fortement pigmenté (7), qui précède lui-même la formation du *sporocyste*.



Stade grégariniforme de l'hématozoaire du paludisme.

La ligne pointillée indique la circonférence des globules sanguins; *n*, noyau; *k*, karyosome: *cyt*, cytoplasma; *pm*, pigment mélanique. (Objectif à immersion $\frac{1}{15}$ et oculaire compensateur n° 12 Stiassnie.)

Coloration par la méthode de M. Laveran (bleu Borrel, éosine, tannin).

» Il constitue la forme la plus constante et la plus fréquente de toutes celles qui ont été décrites jusqu'ici sous le nom de *corps amiboïdes* du parasite.

» Sous sa forme la plus rudimentaire, il consiste en un corps amiboïde, à contours plus ou moins irréguliers, occupant le centre du globule sanguin. La périphérie commence à émettre de courts prolongements pseudopodiques, à la base desquels se distinguent déjà quelques grains de mélanine. Le noyau augmente de volume, ainsi que le karyosome (2).

» Bientôt, le parasite s'incurve d'une façon manifeste. Les pseudopodes, quoique toujours assez épais, se développent et s'allongent de plus en plus. Le noyau et le karyosome sont devenus volumineux. Le pigment est également plus abondant et les globules commencent à se déformer, à s'hypertrophier et à se décolorer (3).

» On arrive ainsi à la forme grégariniforme complète (4 et 5). Le parasite occupe les trois quarts du globule. Il présente deux parties bien distinctes, séparées l'une de l'autre par une troisième plus ou moins rétrécie. La première, arrondie ovalaire, *non amiboïde* et non déformable, est presque entièrement constituée par le noyau et son karyosome. Elle est entourée d'une mince couche de protoplasma. La seconde est formée par la presque totalité du cytoplasma. De forme plus ou moins effilée, très fortement incurvée, elle est munie de nombreux pseudopodes très déliés, *aranéiformes,* qui s'étendent jusqu'à la circonférence du globule. Les grains de pigment mélanique sont très abondants. Le globule est notablement augmenté de volume, et presque entièrement décoloré.

» A ce moment, l'hématozoaire présente des mouvements très actifs, et les grains de pigment eux-mêmes sont constamment déplacés à l'intérieur du cytoplasma.

» Bien que les pseudopodes soient très mobiles et essentiellement variables, la forme générale est toujours nettement incurvée. A certains moments même, lorsque

les pseudopodes sont peu apparents, l'aspect du parasite rappelle celui des *Hæmogregarina*.

» Enfin, lorsque le développement se rapproche du stade final, représenté par un corps sphérique volumineux et immobile (7), les pseudopodes se rétractent insensiblement, les deux extrémités se rapprochent l'une de l'autre, puis se fusionnent et finalement donnent à l'ensemble un aspect presque sphérique, mais à contours encore très irréguliers (6). Les grains de pigment, jusqu'alors disposés à la périphérie du cytoplasma, envahissent le centre de celui-ci. Le globule est hypertrophié au maximum et ses limites ne sont presque plus visibles.

» Le stade grégariniforme, tel que je viens de le décrire, s'observe principalement pendant la période d'apyrexie qui sépare deux accès de type tierce simple, et plus spécialement au début de cette période apyrétique. Je l'ai constaté dans plus de la moitié des accès dont j'ai pu suivre l'évolution complète.

» C'est, en somme, un des stades les plus importants du cycle évolutif de l'hématozoaire humain, puisqu'il représente la phase vraiment active du parasite, phase pendant laquelle il se développe aux dépens du globule sanguin, en déterminant au sein de ce dernier des lésions profondes (hypertrophie, déformation et décoloration) ([1]).

» Au point de vue ontogénique, il est des plus caractéristiques, en raison de la constance et de la régularité de sa forme; il donne ainsi un cachet particulier à cette phase du développement désignée jusqu'ici sous le terme imprécis d'*état amiboïde*.

» Enfin, au point de vue phylogénique, il suffira de rappeler ses relations, d'une part avec les *Hæmogregarina,* décrits dans le sang des Batraciens, des Sauriens et des Ophidiens, et d'autre part avec les Grégarines proprement dites, parasites ordinaires des Arthropodes. »

([1]) Une autre altération globulaire, due à la présence de l'hématozoaire, est une altération granuleuse spéciale que seules les méthodes de coloration de Romanowsky et de M. Laveran mettent en évidence. Décrite pour la première fois par Schuffner (*Deutsch. Archiv f. klin. Med.,* t. LXIV), puis par Maurer (*Centralbl. f. Bakt.*, t. XXVIII, nos 4 et 5), elle vient d'être l'objet d'une étude approfondie de la part de M. Leishman (*Brit. med. Journ.,* p. 635; 1901). Sa véritable signification n'est cependant pas encore élucidée. Cette altération granuleuse est particulièrement nette pendant toute la durée du stade grégariniforme. Je ne l'ai pas figurée pour ne pas charger les croquis de la figure ci-dessus. Elle paraît jouer un rôle important dans l'élaboration du pigment mélanique.

ZOOLOGIE. — *Nouvelles observations sur la parthénogenèse des Oursins.* Note de M. C. VIGUIER, présentée par M. Perrier.

« J'ai publié le 2 juillet 1900, dans les *Comptes rendus*, une Note signalant l'hermaphroditisme *accidentel* du *Sphærechinus granularis*, et la parthénogenèse, également *accidentelle*, mais plus fréquente, du *Sphærechinus granularis*, du *Toxopneustes lividus*, et de l'*Arbacia pustulosa*.

» Le 9 juillet, une seconde Note, tenant compte de ces faits, critiquait la théorie proposée par Lœb (*Am. J. of Phys.*, oct. 1899).

» Ces Notes n'étaient qu'une prise de date pour un travail détaillé. Ce Mémoire intitulé : *Fécondation chimique ou Parthénogenèse*, n'a été livré aux *Annales des Sciences naturelles* que le 5 décembre dernier.

» Mais les nécessités de la publication des *Annales* ont retardé l'apparition de ce Mémoire, dont les premières pages sont seules publiées à l'heure actuelle.

» Si, par suite de ces circonstances, il ne peut encore être connu, les Notes préliminaires ont été l'objet de critiques dont quelques-unes sont discutées dans mon Mémoire, et de deux autres dont il m'était impossible d'apprécier la valeur en dehors de la saison de reproduction. Ces deux dernières sont : 1° le risque d'une fécondation intra-ovarique, et 2° celui d'une fécondation due à l'apport de spermatozoïdes par de l'eau insuffisamment filtrée.

» Mes premières cultures de 1900 ayant été faites avec de l'eau filtrée au papier, en attendant l'installation de mes filtres Pasteur (qui du reste me donnèrent des résultats tout à fait semblables), il y avait lieu d'estimer pour chacun de ces deux cas le risque maximum, bien que les développements obtenus en 1900 ne me parussent pas pouvoir s'expliquer ainsi.

» J'ai limité mes observations au *Toxopneustes* et à l'*Arbacia*, le *Sphærechinus* n'ayant pas été vu par mes contradicteurs ; et je me suis arrêté dès que j'ai pu confirmer pleinement mes observations précédentes. Comme en 1900, j'ai fait des cultures complexes qui demandent à l'observateur beaucoup de prudence dans l'appréciation des développements relatifs ; mais qui, seules, permettent à un travailleur isolé d'expérimenter sur un grand nombre de sujets.

» J'avais commencé le 24 avril, quand un régime de vents d'Est s'est établi, tenant la température relativement basse, et gênant les expériences

jusqu'au 25 mai. C'est à cette cause qu'il faut, je pense, attribuer la lenteur du développement (des parthénogénétiques et des fécondés) et l'arrêt des parthénogénétiques au stade de l'invagination gastrulaire.

» 1° *Fécondation intra-ovarique.*— Les *Toxopneustes*, rarement, mais très souvent les *Arbacia*, tenus en grand nombre dans des vases de faible capacité, et dont on ne renouvelle pas l'eau, abandonnent leurs produits sexuels (les ♂ d'abord).

» L'eau peut donc être considérée comme offrant le risque maximum d'infection. Cependant, si l'on prend les ♀, et si, après les avoir brossées et lavées à l'eau stérilisée, on abandonne leurs œufs dans cette eau, on ne constate d'ordinaire aucun développement. J'ai fait 7 observations de cette nature : 3 sur les *Toxopneustes*, 4 sur les *Arbacia*, avec des lots de 8 ♀ à chaque culture. Le résultat ayant été constamment négatif, je crois être en droit de considérer comme pratiquement *nul* le risque de fécondation intra-ovarique;

» 2° *Fécondation par des spermatozoïdes apportés par l'eau des expériences.* — Ce risque existe bien certainement, puisqu'ainsi s'effectue ordinairement la fécondation; mais, *bien qu'on ne doive tenir compte que des résultats obtenus dans l'eau stérilisée,* la quantité d'eau employée dans les cultures ne me paraissait pouvoir contenir que de quoi féconder un très petit nombre des œufs mis en observation, et l'expérience l'a prouvé.

» Dans la plupart de mes cultures de cette année, j'ai remis dans de l'eau non filtrée une partie des œufs recueillis dans l'eau stérilisée.

» Pour les *Toxopneustes* j'ai traité ainsi, en cinq cultures, un total de 60 ♀. Je n'ai vu de développement dans l'eau non filtrée que dans *une seule;* mais il y eut aussi, dans l'eau stérilisée de cette culture, des larves *évidemment parthénogénétiques,* les seules obtenues en 1901 pour cette espèce, et qui eurent exactement la même évolution, s'arrêtant au stade de l'invagination gastrulaire, tandis que des œufs fécondés du même lot (de 8 ♀) se développaient des plutei normaux.

» Pour les *Arbacia*, j'ai traité de la sorte, en six cultures, un total de 101 ♀. Dans deux seulement (14 ♀ et 23 ♀) il y eut des larves, en fort petit nombre du reste, dans l'eau non filtrée, tandis qu'il n'y en avait pas dans l'eau stérilisée. Encore, pour l'une d'elles, observait-on dans l'eau stérilisée, non des larves, mais des débuts de segmentation (stade 2) au milieu de beaucoup de segmentations irrégulières, et d'œufs sans aucune trace de développement.

» Dans un lot de 22 ♀ compris dans le total ci-dessus, se sont montrées des larves nombreuses, observées seulement à l'état de blastulas ; et dans un lot de 28 ♀, non compris dans le total, de nombreuses blastulas, et des œufs arrêtés au stade à 2 blastomères, où j'ai pu, comme sur les autres, constater l'absence de la membrane, d'environ 3 μ, que l'on voit facilement sur les œufs fécondés. Je tenais beaucoup à constater ce caractère auquel Lœb attache une grande importance. La membrane fait également défaut sur tous les œufs non fécondés, intacts ou en segmentation irrégulière. Elle ne peut être confondue avec l'enveloppe transparente que rendent seuls visibles les spermatozoïdes qui s'y arrêtent, et qui a 7 à 8 μ.

» Sur 129 ♀ d'*Arbacia* je n'ai donc observé que deux fois la parthénogenèse vraie, et les larves se sont arrêtées, comme celles des *Toxopneustes*, au stade d'invagination gastrulaire, tandis que les œufs fécondés des mêmes lots donnaient des plutei nor-

maux. Je n'ai donc pu constater de nouveau le dimorphisme des plutei; mais je dois signaler que, bien que l'angle au sommet des fécondés soit en moyenne de 37° à 38° et puisse se réduire à 32°, j'ai observé cette année, parmi des milliers, 3 sujets où l'angle était plus ouvert; — sur l'un il atteignait 70°. Si mes observations de l'an dernier se confirment, ce serait donc une forme, tout à fait exceptionnelle chez les fécondés, qui serait de règle chez les parthénogénétiques.

» Attribuant à la différence de température la différence entre mes résultats de 1900 et de ceux de 1901, j'ai essayé de mettre à l'étuve mes dernières cultures, 2 de *Toxopneustes* et 4 d'*Arbacia*. J'ai constaté qu'une différence de 7° (de 17° à 24°) accélérait considérablement le développement des œufs fécondés, des parthénogénétiques et la putréfaction des autres ([1]). Mais elle ne déterminait pas la parthénogenèse, quand celle-ci ne se montrait pas dans les œufs du même lot laissés comme témoins hors de l'étuve. Si, comme il est probable, la température joue un rôle dans le déterminisme parthénogénétique de l'œuf, c'est, comme on pouvait s'y attendre, pendant la maturation de l'œuf, *avant* qu'il soit pondu, et non *après*. Maintenant, pourquoi m'en suis-je tenu à mes procédés opératoires de 1900, au lieu de suivre ceux indiqués par Lœb, c'est ce que j'expliquerai dans une prochaine Note. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'emploi de l'acide silicotungstique comme réactif des alcaloïdes de l'urine. Variations de l'azote-alcaloïdique.* Note de M. H. GUILLEMARD, présentée par M. Armand Gautier.

« Si, à de l'urine normale, débarrassée de substances albuminoïdes et additionnée de 3 pour 100 d'acide chlorhydrique, on ajoute une solution aqueuse d'acide silicotungstique à 5 pour 100, il se forme immédiatement un précipité volumineux très dense, qui se sépare aisément; lavé avec soin à l'eau chlorhydrique à 3 pour 100 et séché à la trompe, il se présente sous forme d'une poudre amorphe, colorée en rose.

» Ce précipité, dont on peut régénérer aisément les bases par les alcalis faibles, contient, à l'état de silicotungstates, la créatinine, les bases xanthiques, une matière colorante alcaloïdique en grains jaunes amorphes, une substance incristallisable qui semble former la partie basique non dialysable de l'urine, enfin une substance volatile à 80° d'odeur urineuse, formant un chloroplatinate soluble cristallisé ([2]).

([1]) C'est sans doute cette action secondaire et non la seule élévation de température qui s'est montrée nuisible à mes dernières cultures de 1900.

([2]) Pour les détails, voir *Thèse de la Faculté de Médecine de Paris*, 2 mai 1901.

» Je me suis proposé d'étudier dans ce travail, sous le nom de rapport *azote-alcaloïdique*, le rapport qui existe entre l'azote contenu à l'état d'alcaloïdes dans un certain volume d'urine et le poids de l'azote total. Pour plus de facilité j'ai rapporté le poids *d'azote-alcaloïdique à* 100 *d'azote total*. Ce rapport exprime donc la quantité d'azote basique pour 100 d'azote urinaire.

» L'azote total se dose par le procédé de Kjeldahl. Pour doser l'azote alcaloïdique on prend 50cc d'urine, on porte à l'ébullition après addition de quelques gouttes d'acide acétique, on filtre, on lave le filtre, on laisse refroidir, on ajoute 2cc d'acide chlorhydrique et 10cc d'une solution d'acide silicotungstique à 5 pour 100; le précipité est alors lavé à l'eau faiblement chlorhydrique, puis dissous dans une petite quantité de lessive de soude faible; on obtient ainsi une liqueur fortement colorée, dans laquelle on dose l'azote total par le procédé ordinaire.

» J'ai examiné : I. l'*urine normale*, II. l'*urine de sujets atteints d'affections aiguës fébriles*, III. l'*urine de sujets atteints d'affections apyrétiques*.

» I. *Sujet normal; influence du régime alimentaire.*

Régime.	Azote total des 24 heures.	Azote-alcaloïdique des 24 heures.	Rapport azote-alcaloïdique.	Régime.	Azote total des 24 heures.	Azote-alcaloïdique des 24 heures.	Rapport azote-alcaloïdique.
	gr	gr			gr	gr	
Mixte.......	11,600	0,385	3,405	Carné.......	13,119	0,789	6,017
Lacté.......	17,355	0,270	1,549	Végétal.....	10,830	0,301	2,779

» Ainsi le régime fait varier, non seulement les quantités absolues des matériaux azotés et des alcaloïdes éliminés, mais aussi leur proportion relative.

» II. *Urine de malades atteints d'affections fébriles.*

Maladies.	Azote total des 24 heures.	Azote-alcaloïdique des 24 heures.	Rapport azote-alcaloïdique.	Maladies.	Azote total des 24 heures.	Azote-alcaloïdique des 24 heures.	Rapport azote-alcaloïdique.
	gr	gr			gr	gr	
Typhoïde (40°)....	37,668	4,436	11,780	Grippe (39°,6)....	40,867	3,973	9,581
» (39°,1)..	20,312	1,852	9,120	» (39°,8)....	41,003	2,362	5,761
» (38°,6)..	25,005	1,607	6,430	Tuberculose (38°,2).	24,613	2,364	9,203
» (38°,9)..	8,320	0,445	5,348	Pleurésie (39°,3)..	22,310	1,443	6,472
Pneumonie (39°,8).	39,342	4,803	12,215	Variole (40°,1)....	39,874	3,019	10,112
» (39°,3).	20,640	1,032	5,004	Fièvre herpét. (38°).	22,514	2,021	8,983
				Scarlatine (38°,2)..	40,119	1,233	3,073

» Tous ces malades étaient au régime lacté absolu. On conclut de ces

chiffres que, dans les maladies fébriles, il y a généralement augmentation considérable de la quantité absolue et relative des alcaloïdes éliminés.

» La majeure partie des bases ainsi excrétées appartient, même à l'état pathologique, à la famille des leucomaïnes créatiniques et xanthiques. M. A. Gautier a fait voir que ces bases, produites d'abord, même à l'état normal, au cours de la phase de dissociation anaérobie des albuminoïdes protoplasmiques, disparaissent ensuite partiellement à l'état normal en donnant de l'urée.

» III. Parmi les *affections chroniques*, la maladie de Bright a surtout fixé mon attention; il était intéressant de rechercher comment se comporte, dans ce cas, l'élimination des alcaloïdes :

Maladie de Bright.	Azote total des 24 heures.	Azote-alcaloïdique des 24 heures.	Rapport azote-alcaloïdique.	Maladie de Bright.	Azote total des 24 heures.	Azote-alcaloïdique des 24 heures.	Rapport azote-alcaloïdique.
Régime mixte......	23gr,607	0gr,308	1,305	Régime lacté.......	9gr,106	0gr,162	1,784
Id.	14,931	0,182	1,213	Id.	10,449	0,193	1,853
Régime lacté.......	10,062	0,928	9,224	Id.	13,351	0,207	1,563

» Les deux premières observations montrent que le brightique mis au régime mixte est loin d'éliminer par le rein la proportion d'azote-alcaloïdique que rejette, dans les mêmes conditions, l'adulte bien portant. La troisième observation nous fait assister, dès le début du régime lacté, à une sorte de débâcle alcaloïdique. Enfin les trois dernières nous montrent que le brightique mis au régime lacté continu se comporte comme un sujet en bonne santé.

» Parmi les autres affections chroniques, je dois mentionner encore le diabète, qui m'a toujours fourni un chiffre très faible pour le rapport azote-alcaloïdique (1,623 à 1,772), tandis que dans la plupart des affections du système nerveux il y a élévation sensible de ce rapport : 8,473 et 9,130 dans deux cas d'hémiplégie; 7,632 dans un cas d'hystérie; 6,315 dans un cas de chorée. La plupart des autres maladies chroniques : dermatoses, syphilis, rhumatisme chronique, lésions compensées du cœur, chlorose, etc., ne m'ont permis de relever que des oscillations peu importantes autour des chiffres normaux.

» Je suis heureux de remercier ici M. A. Gautier, dans le laboratoire duquel ce travail a été fait. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les otolithes de la grenouille*. Note de M. **Marage**, présentée par M. Moissan.

« Dans la Note que j'ai présentée à l'Académie le 29 avril dernier sur les otolithes de la grenouille, je m'en étais tenu aux résultats expérimentaux en faisant remarquer simplement :

» *a*. Qu'un liquide de densité 2,18 est un très bon conducteur du son ; cela est certain : les expériences de Wertheim le prouvent.

» *b*. Qu'un des rôles des otolithes était de maintenir aussi constante que possible la conductibilité acoustique ; cela n'est pas moins certain.

» J'avais eu soin de ne pas conclure de la grenouille à l'homme, mes expériences sur les oiseaux et les mammifères n'étant pas encore assez avancées; mais une Note de M. Bonnier me force à revenir sur cette question.

» Je réponds point par point à ses objections :

» 1. Que les otolithes se trouvent en un point ou un autre du liquide de l'oreille interne, cela n'a aucune importance au point de vue de la dissolution saline.

» 2. Les expériences que j'ai faites depuis sur les oiseaux m'ont prouvé que la densité du liquide de l'oreille interne était, chez ces animaux, voisine de 1,045; les otolithes existent en faible quantité, mais il m'a été impossible jusqu'ici de recueillir du *liquide pur* en quantité suffisante pour faire l'analyse.

» De ce que la densité du liquide va en augmentant quand on s'abaisse dans l'échelle animale, on peut simplement conclure que le liquide de l'oreille interne devient d'autant meilleur conducteur du son que le système nerveux est moins parfait.

» 3. A ma connaissance, des analyses *quantitatives* n'ont jamais été faites sur le liquide de l'oreille interne, soit pendant la vie fœtale, soit après la naissance.

» 4. Au point de vue clinique, l'expérience de Gellé ne prouve nullement que, si l'on augmente la densité du liquide labyrinthique, il devient moins bon conducteur du son; la pression exercée est beaucoup trop faible pour changer en quoi que ce soit la densité et par conséquent la conductibilité acoustique.

» 5. On ne sait rien de certain sur ce qui se passe dans l'oreille interne pendant l'audition : a-t-on affaire à des vibrations, à des transports de liquide en totalité, ou simplement à des différences de pressions, aucun fait n'est encore absolument démonstratif. Malgré leur intérêt, les théories de M. Bonnier ne sont que des théories : il est possible qu'elles ne soient pas exactes.

» Jusqu'ici l'on a fait sur l'audition beaucoup plus de raisonnements philosophiques que d'expériences; cela est insuffisant au point de vue physiologique.

» Pour cette raison, j'ai tenu dans ma Note précédente à ne présenter que des faits expérimentaux; *ces faits subsistent toujours.* »

MÉDECINE. — *Sur une méthode de recherche du bacille typhique.* Note de M. **R. Cambier**, présentée par M. Roux.

« Au cours d'une étude que je poursuis, avec la collaboration de M. A. Girauld, sur l'influence réciproque qu'exercent les cultures microbiennes séparées par des cloisons poreuses permettant la dialyse des produits de sécrétion solubles, j'ai remarqué que certaines de ces cloisons se laissent aisément traverser par les bactéries, dans les conditions que je vais préciser :

» On dépose dans un large tube de verre fermé à une extrémité une bougie de porcelaine suffisamment poreuse; tube et bougie sont à demi remplis de bouillon et stérilisés à 110°. Si l'on ensemence avec précaution le bouillon contenu à l'intérieur de la bougie au moyen d'une culture typhique pure, on peut constater déjà, après quelques heures d'étuve à 37°, que le bouillon entourant la bougie, qui était d'abord parfaitement limpide, présente maintenant un louche manifeste, traduisant le passage du bacille à travers les pores de la bougie de biscuit.

» Tous les échantillons de bacille typhique se sont comportés de la même façon, à la rapidité du passage près. Les bacilles les plus mobiles sont ceux qui passent le plus vite à travers le filtre; certains le traversent en moins de dix heures, d'autres en deux ou trois jours. Un bacille, conservé depuis 1896 par des repiquages fréquents sur agar, et ayant perdu toute mobilité, n'a passé qu'après huit jours.

» Les bougies Chamberland, marque B, et les bougies d'amiante de M. Garros, ne sont pas traversées dans ces conditions. Il est question ici de culture à travers des parois poreuses, et non pas de filtration : en effet,

dans le cas de filtration, le bacille typhique est arrêté par la même bougie, qui est traversée par lui dans les circonstances indiquées plus haut.

» D'autres espèces microbiennes sont capables de traverser les parois des bougies que nous utilisons; cependant, de toutes les espèces banales que nous avons examinées jusqu'ici, aucune ne passe aussi vite que le bacille typhique.

» Cette curieuse propriété du bacille typhique m'a suggéré l'idée de le rechercher dans l'eau de la façon suivante :

» On sème une certaine quantité de l'eau à éprouver dans l'intérieur de la bougie, placée comme il vient d'être dit dans un litre de bouillon à 38°. Dès qu'un louche se manifeste dans le bouillon extérieur, à l'aide d'une pipette effilée on en prélève une partie qu'on ensemence sur les milieux de différenciation habituels, lait, milieux lactosés, pomme de terre, etc., et qu'on soumet à l'examen microscopique et à la réaction d'agglutination.

» Parfois le passage du bacille typhique est si net qu'on trouve dans le bouillon extérieur une culture pure de ce bacille. Parfois il passe mélangé d'une espèce étrangère dont on peut essayer de le séparer par une nouvelle culture en bougie ou par la culture sur plaques.

» Dans de l'eau de Vanne renfermant du colibacille et artificiellement infectée de bacille d'Eberth, j'ai pu retrouver ce bacille soit immédiatement, soit après 18 jours de conservation dans une armoire obscure du laboratoire. J'ai pu isoler facilement, par ce nouveau procédé, des bacilles typhiques de l'eau de Seine et de Marne, ainsi que de l'eau de certaines sources.

» L'isolement du bacille des selles typhiques est actuellement à l'étude. Dans les cas les plus favorables, on peut en 18 ou 20 heures être fixé sur la présence du bacille typhique dans un échantillon d'eau; seules, les méthodes de différenciation qu'il faudra toujours appliquer aux bacilles isolés par la culture en bougie retarderont de 2 ou 3 jours le diagnostic.

» En terminant cette Note préliminaire, je dois insister sur ce fait que les bacilles typhiques que nous avons ainsi séparés des eaux et des selles n'étaient agglutinés que par d'assez fortes doses de sérum spécifique (1 : 50 environ) d'un sérum très actif (1 : 3000) sur le bacille typhique de rate. On ne saurait, à mon avis, se baser sur ce fait pour leur contester leur nature typhique. Je démontrerai en effet, prochainement, qu'un bacille typhique extrait de la rate et très agglutiné par 1 : 3000 de sérum spécifique n'est plus agglutiné que par une dose beaucoup plus élevée du même sérum quand il a végété au contact du colibacille. En même temps,

ce colibacille acquiert de son côté la propriété d'être nettement agglutiné à un taux compris entre 1:50 et 1:100 par le sérum typhique expérimental, propriété qu'il ne possédait pas auparavant. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Six mois d'observations météorologiques à Quito.* Note de M. F. **Gonnessiat**, présentée par M. Bassot.

« Mon premier soin, en prenant la direction de l'Observatoire de Quito, a été de réorganiser le service météorologique. L'Académie voudra bien me permettre de lui communiquer dès maintenant un résumé des données recueillies au cours du premier semestre d'observations, du 1er septembre 1900 au 28 février 1901 : d'autant plus que les éléments climatologiques de Quito ont été jusqu'ici mal déterminés, et que c'est la première fois que les plus importants de ces éléments sont tirés du dépouillement des courbes d'enregistreurs.

» L'Observatoire dispose, en effet, en dehors des instruments normaux, d'un excellent barographe-balance Sprung-Fuess, d'un thermographe et d'un hygrographe Richard, d'un anémographe Sprung-Fuess, tous relevés d'heure en heure, et enfin d'un pluviographe Holtinger, relevé de 4 en 4 heures.

» Les résultats sont condensés dans le Tableau suivant :

			Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Semestre.
Press. barom.	Moyenne 540mm		+7,54	7,20	6,93	6,87	7,04	7,73	7,21
	Moy. diurne la plus haute...		8,3	7,7	7,7	8,3	8,1	8,8	8,8
	» la plus basse...		7,0	6,5	6,1	5,6	6,1	6,3	5,6
Température à l'ombre.	Moyenne..................		12°,8	12°,6	12°,6	13°,2	13°,1	12°,9	12°,87
	Moy. diurne la plus haute...		14,3	14,7	13,7	14,8	14,2	14,7	14,8
	» la plus basse...		11,5	10,8	11,0	11,3	12,0	11,4	10,8
	Moyenne des maximas......		21,3	20,7	20,3	21,6	21,1	20,2	20,9
	Moyenne des minimas......		6,7	7,5	7,8	7,1	7,6	7,6	7,4
	Extrêmes.	Maxima.........	24,5	23,3	22,0	23,7	24,3	23,3	24,5
		Minima.........	2,3	4,8	5,0	3,1	4,7	2,9	2,3
Temp. à l'air libre.	Maxima, boule noire dans le vide.	Moyenne..	48,8	47,1	47,3	47,9	47,1	46,4	48,5
		La plus hte.	53,0	53,7	51,7	52,1	52,8	52,6	53,7
	Minima à alcool à 0m,1 du gazon.	Moyenne...	4,7	5,8	6,3	5,1	5,9	6,1	5,7
		La plus bse..	−1,6	+2,3	+2,9	+0,7	−0,3	+0,4	−1,6
Humté relative.	Moyenne..................		71	77	81	72	75	77	75
	Moy. diurne la plus haute...		84	89	88	84	86	92	92
	» la plus basse...		54	65	75	55	53	58	53

	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Semestre.
Évaporation à l'ombre (large surface), quantité totale en millimètres....	85	65	52	80	72	58	412
Pluie. Quantité totale en millim......	58	117	116	72	73	100	536
Pluie. Nombre de jours pluvieux. quant^{é} > $0^{mm},1$.	13	20	17	6	15	13	84
Pluie. Nombre de jours pluvieux. qu. inappréc...	5	2	4	3	2	2	18
Orages. Nombre de jours avec tonnerre.........	10	18	14	6	6	7	61
Orages. Nombre de jours avec éclairs lointains...	8	5	11	8	9	6	47
Nébulosité moyenne, de 0 à 10. 7^h du matin..............	4	5	5	4	5	6	4,7
Nébulosité moyenne, de 0 à 10. 2^h du soir.	7	7	7	6	7	7	6,9
Nébulosité moyenne, de 0 à 10. 9^h du soir.................	6	7	8	6	7	6	6,7
Insolation directe. Nombre d'heures. Matin...	3,8	3,6	3,7	4,7	3,7	3,7	3,9
Insolation directe. Nombre d'heures. Soir....	1,9	1,9	1,8	3,1	2,0	2,0	2,1
Insolation directe. Fraction diurne (10,9 au max.)............... ...	0,52	0,49	0,49	0,69	0,51	0,51	0,53

» Voici, d'autre part, le Tableau des variations diurnes :

» H, pression barométrique; θ, température à l'ombre; h, humidité relative; f, tension de la vapeur d'eau calculée en fonction de θ et h; v, vitesse du vent en hectomètres par heure; P, quantité totale de pluie en millimètres.

t.........	0^h.	1^h.	2^h.	3^h.	4^h.	5^h.	6^h.	7^h.	8^h.	9^h.	10^h.	11^h.
H — 540.	7,91	7,53	7,16	6,95	6,94	7,12	7,39	7,81	8,09	8,14	8,00	7,64
θ........	9,7	9,5	9,1	8,7	8,3	8,1	7,9	9,9	12,7	15,4	17,1	18,5
h.......	91	91	91	91	91	91	90	83	70	61	57	52
f.......	8,2	8,0	7,8	7,6	7,4	7,3	7,1	7,5	7,7	7,8	8,2	8,2
v.......	35	35	39	40	38	42	52	57	51	58	69	83
P.......	89				10				1			

t.........	12^h.	13^h.	14^h.	15^h.	16^h.	17^h.	18^h.	19^h.	20^h.	21^h.	22^h.	23^h.
H — 540.	7,14	6,54	5,99	5,70	5,71	5,97	6,45	6,97	7,54	7,98	8,20	8,18
θ........	19,4	19,4	18,6	17,9	16,4	14,8	13,1	11,9	11,3	10,8	10,4	10,1
h.......	49	48	51	55	60	68	76	84	88	91	91	91
f.......	8,1	8,0	8,1	8,3	8,4	8,5	8,7	8,8	8,7	8,5	8,4	8,2
v.......	86	99	103	110	99	79	41	34	29	28	30	30
P.......	158				199				79			

» La variation diurne barométrique se laisse exactement représenter par la formule

$$\delta H = 0,63 \cos 15(t - 3,5) + 0,91 \cos 30(t - 9,6).$$

» Les vents terrestres soufflent en général du NE ou du SW, c'est-à-dire

à peu près dans la direction de la vallée. Autour de ces deux rhumbs, la fréquence est sensiblement la même de 6^h à 12^h et de 18^h à 24^h; de 0^h à 6^h, les vents du SW prédominent; le contraire a lieu de 12^h à 18^h.

» Les cirrus ne s'écartent presque pas de la direction E-W. En temps d'orage, les nuages bas s'entre-croisent dans tous les sens.

» C'est à l'E qu'apparaissent toujours les mouvements orageux.

» Les observations seront intégralement publiées et commentées dans un *Bulletin annuel.* »

M. **A. Nodon** adresse la description d'un « Trieur de phases électrolytique pour courants alternatifs ».

M. **Marcellin Langlois** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Recherches sur la constitution des atomes, le glucinium. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 juin 1901.

Association internationale des Académies. Première Assemblée générale tenue à Paris du 16 *au* 20 *avril* 1901, *sous la direction de l'Académie des Sciences de l'Institut de France: Compte rendu. Procès-verbaux des Séances.* Paris, Gauthier-Villars, 1901. (Présenté par M. Darboux, Président de l'Association.)

Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris, exécuté par M. M. Lœwy, Directeur de l'Observatoire, et M. P. Puiseux; 5e fascicule comprenant : 1° *Études sur la topographie et la constitution de l'écorce lunaire* (suite). 2° Planche *e. Image obtenue au foyer du grand équatorial coudé.* 3° Planches XXVI à XXIX. *Héliogravures d'après les agrandissements sur verre de cinq clichés des années* 1894, 1897, 1898, 1899. Imprimerie

Nationale, 1900; texte 1 fasc. in-4° et atlas 1 fasc. in-f°. (Envoi de M. le Ministre de l'Instruction publique.)

Essai sur la théorie générale de la Monnaie, par ALBERT AUPETIT. Paris, Guillaumin et Cie, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Poincaré.)

Nouvelle théorie céleste, par A.-A. HUMBERT. Marseille, impr. Achard et Cie, 1889; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Mécanisme et Dynamisme, loi fonctionnelle de la Création, par L.-C.-E. VIAL, 1re et 2e parties. Paris, chez l'Auteur, 1901; 2 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Commission météorologique de la Gironde. Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde de juin 1899 *à mai* 1900. Note de M. G. RAYET. Bordeaux, impr. G. Gounouilhou, 1900; 1 fasc. in-8°.

Département de l'Eure. Rapports du Conseil central et des Conseils d'arrondissement d'Hygiène publique et de Salubrité, année 1900. Évreux, impr. Charles Hérissey, 1901; 1 fasc. in-8°. (Envoi de M. le Préfet de l'Eure.)

Royat-les-Bains. Revue de Clinique thermale, par le Dr H. LAUSSEDAT. Paris, 1901; 1 fasc. in-12.

L'Anthropologie, rédacteurs en chef : MM. BOULE et VERNEAU; t. XII, nos 1, 2; janvier-avril, 1901. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

Procès-verbaux des Séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, années 1899-1900. Paris-Bordeaux; 1 fasc. in-8°.

Ornis. Bulletin du Comité ornithologique international, t. XI (1900-1901), n° 1. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Amiens, t. XXXIX, n° 1, janvier-février, 1901. Amiens, impr. T. Jeunet; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Rouen, 29e année, n° 1, janvier-février, 1901. Rouen; 1 fasc. in-8°.

Compagnie des Chemins de fer du Midi. Assemblées générales ordinaire et extraordinaire des actionnaires du 27 *avril* 1901, *présidence de M. Léon Aucoc. Rapports du Conseil d'Administration. Résolutions de l'Assemblée*. Paris; 1 fasc. pet. in-4°.

Annals of the astrophysical Observatory of the Smithsonian Institution; vol. I, by S. P. LANGLEY, director, aided by C. G. ABBOT. Washington, 1900; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de M. S. P. Langley.)

Wissenschaftliche Ergebnisse der Reisen in Madagascar und Ostafrica in den Jahren 1889-95, von Dr A. VOELTZKOW; Bd II, Heft 3, mit 13 Tafeln

und 14 Textfiguren. Frankfort-s.-M., Moritz Diesterweg, 1901; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Grandidier. Hommage de l'Auteur.)

Publications of the United States naval Observatory; second series, vol. I, Washington, 1900; 1 vol. in-4°.

Pacific Coast. Coast pilot of California, Oregon and Washington, by George Davidson, fourth edition. Washington, 1889; 1 vol. in-8°.

U. S. Commission of Fish and Fisheries, George M. Bowers, commissioner, part XXV. *Report of the Commissioner for the year ending june* 30, 1899. Washington, 1900; 1 vol. in-8°.

Annual Report of the Smithsonian Institution, 1898, U. S. National Museum. Washington, 1900; 1 vol. in-8°. *(A suivre.)*

ERRATA.

(Séance du 28 mai 1901.)

Note de M. *Bouquet de la Grye,* Sur la parallaxe du Soleil :

Page 1252, ligne 5 en remontant, *au lieu de* $66^{mm},041$, *lisez* $62^{mm},041$.

(Séance du 3 juin 1901.)

Note de M. *L. Raffy,* Détermination des surfaces qui sont à la fois des surfaces de Joachimstal et des surfaces de Weingarten :

Page 1313, en tête de la ligne 9, *lisez* (2).
Même page, en tête de la ligne 12, *lisez* (3).
Même page, ligne 26, *au lieu de*

$$\frac{dT}{T} = \frac{\xi^2 - (m+\gamma)\xi + (c+m\gamma)}{\xi^2 - (m-\gamma)\xi - (c+m\gamma)}\frac{d\xi}{\xi},$$

lisez

$$\frac{dT}{T} = \frac{\xi^2 - (m+\gamma)\xi + (c+m\gamma)}{\xi^2 + (m+\gamma)\xi - (c+m\gamma)}\frac{d\xi}{\xi}.$$

Page 1314, ligne 7, *au lieu de* $v = -\frac{q}{2}\ldots$, *lisez* $v = -\frac{q}{2}\int\ldots$

Même page, ligne 10, *au lieu de* R_1 et D_2, *lisez* R_1 et R_2.
Même page, ligne 17, *au lieu de* $\cos\lambda\Theta$, *lisez* $\cos\lambda\theta$; *au lieu de* $q = \ldots$, *lisez* $v = \ldots$

N° 23.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 10 juin 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

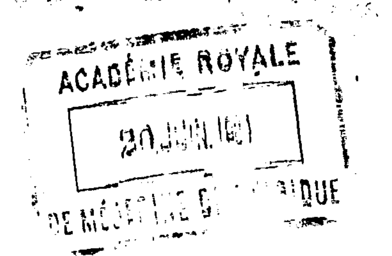
CORRESPONDANCE.

N° 23.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.



1901

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 24 (17 Juin 1901).

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leur Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JUIN 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Recherches sur les équilibres chimiques. — Formation des phosphates insolubles par double décomposition : Phosphate de soude bibasique et azotate d'argent;* par M. **Berthelot.**

« Le changement de neutralité des dissolutions salines, par l'effet des doubles décompositions avec formation de sels insolubles, est surtout frappant lorsqu'on opère avec les phosphates, spécialement avec le phosphate de soude bibasique à réaction alcaline, dont le mélange aux sels neutres, terreux et métalliques, donne naissance à des liqueurs acides. Cette variation de neutralité a été constatée depuis trois quarts de siècle environ, et ses conséquences physiologiques ont été particulièrement signalées par Liebig; elles sont fort importantes en urologie. Mais les réactions suscep-

tibles de produire une semblable variation offrent une complexité qui n'avait pas été soupçonnée tout d'abord et dont l'étude présente un grand intérêt pour la théorie des équilibres chimiques. Il importe à cet égard de préciser rigoureusement et par expérience certains cas individuels bien définis, au lieu de demeurer dans la généralité vague des équations algébriques.

» J'ai déjà mis en évidence l'influence des degrés de saturation multiples que peut affecter l'acide phosphorique dans les phosphates insolubles, dont la composition varie depuis la bibasicité jusqu'à la quadribasicité.

» L'influence des sels doubles n'est pas moins importante, comme le prouvent les changements successifs des phosphates barytiques et analogues, depuis l'état de phosphates à une seule base, amorphes ou cristallisés, jusqu'à celui des phosphates à deux bases, barytosodiques, étudiés par M. Joly, et qui représentent dans certaines conditions le degré ultime de la transformation, conformément au principe du travail maximum (¹).

» Je me propose de montrer aujourd'hui qu'il existe des complications du même ordre, quoique d'un caractère un peu différent, dans la double décomposition, réputée typique jusqu'à présent, entre le phosphate bisodique et l'azotate d'argent.

» Le phosphate monosodique ne donne point naissance à un précipité; tandis que le phosphate trisodique précipite régulièrement du phosphate triargentique : il n'y a donc pas lieu de les examiner.

» J'ai opéré avec trois systèmes, dans lesquels les proportions relative étaient les suivantes :

» Pour 1 molécule de phosphate bibasique ($PO^4Na^2H = 8^{lit}$); 1, 2 et 3 molécules d'azotate d'argent ($AzO^3Ag = 4^{lit}$).

1° $PO^4Na^2H + AzO^3Ag$.

» La précipitation a été faite à froid et le mélange aussi rapide que possible.

» La liqueur filtrée est *acide* à la phénolphtaléine. Elle exige $\frac{1}{3}$ NaOH (un tiers d'équivalent) pour être neutralisée, opération qui ne donne lieu à aucun précipité permanent.

(¹) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6ᵉ série, t. XI, p. 355 et 356; 1887.

» La même liqueur filtrée est *alcaline* au méthylorange et au tournesol. Elle exige $\frac{1}{3}$ HCl, ou plus exactement 0,34 HCl pour être neutralisée en présence du méthylorange, nouvelle opération qui ne donne pas lieu davantage à aucun précipité.

» Avec le tournesol, le virage est incertain.

» Rappelons que le phosphate bisodique est neutre à la phtaléine et basique (un seul équivalent) au méthylorange. La liqueur filtrée a donc gagné $\frac{2}{3}$ d'équivalent acide, estimé par le méthylorange; tandis qu'elle a perdu au contraire $\frac{2}{3}$ d'équivalent alcalin, estimé par la phtaléine.

» Ces résultats s'accordent sensiblement avec l'équation

$$3\,AzO^2Ag + 3\,PO^4Na^2H = 3\,AzO^2Na + PO^4Ag^3 + PO^4Na^2H + PO^4NaH^2;$$

équation d'après laquelle, en opérant avec une molécule dudit phosphate, la liqueur filtrée doit exiger un tiers d'équivalent alcalin (soude) pour être neutralisée vis-à-vis de la phtaléine : le point neutre répondrait alors à PO^4Na^2H. La liqueur exigerait au contraire, d'après la même équation, un tiers d'équivalent acide (HCl) pour être neutralisée vis-à-vis du méthylorange : le point neutre répondant cette fois à PO^4NaH^2.

» La précipitation totale de l'argent, telle qu'elle a été observée, est également conforme.

» Cependant, malgré ces contrôles apparents, l'équation n'est qu'approximative. En effet, en poussant plus loin les vérifications, j'ai constaté que le précipité n'est pas constitué par du phosphate d'argent tribasique pur; mais il renferme en outre une petite quantité de phosphate de soude monobasique excédante, entraîné ou combiné avec le phosphate triargentique.

» I. Ce précipité ayant été recueilli, lavé et bien égoutté à froid, a présenté la composition suivante :

Ag	76,12
P	7,68
Na	0,25
Excès ($O + H^2O$)	15,95

» Aucune trace d'acide azotique n'existait dans le précipité, d'après un essai spécial.

» II. Dans l'opération précédente, les lavages ont été prolongés seulement jusqu'à un terme où le phosphate commençait à s'émulsionner et à

passer à travers le filtre. L'absence d'azotate dans le précipité prouve d'ailleurs qu'ils avaient été suffisants, dans les conditions de nos essais.

» Cependant on a cru devoir répéter l'expérience, en prolongeant les lavages et recueillant dans un vase à précipité le liquide émulsionné, contenant un peu de phosphate argentique.

» On l'a laissé reposer pendant 24 heures : ce qui a permis de séparer par décantation le sel émulsionné et de le recueillir sur un second filtre.

» Les poids respectifs du précipité lavé, retenu sur le premier filtre, et de la matière émulsionnée, récoltée sur le second filtre, ont été trouvés, dans deux essais :

1.................	$0^{gr},6155$	et	0,0468
2.................	$0^{gr},6302$	et	0,0376

» On a analysé séparément le précipité du premier filtre (*a*), soit 0,6155 et 0,6302, et le précipité (*b*) du second filtre (émulsion), soit 0,0468 et 0,0376, ce qui a donné :

	(*a*)	(*b*)
Ag....................	76,07	76,6
P.....................	7,69	7,5
Na....................	0,18	

» Absence complète d'acide azotique dans les deux précipités (*a*) et (*b*).

» On voit que le précipité (*a*) a fourni les mêmes résultats sensiblement que dans la première opération. Quant au précipité (*b*), son poids, beaucoup plus faible que celui du précipité (*a*), permet d'affirmer seulement que sa composition n'en diffère pas au delà des limites d'erreur.

» Or, circonstance remarquable, ces résultats analytiques ne répondent pas exactement à un phosphate triargentique, PO^4Ag^3, lequel exigerait

Ag.................................	77,33
P..................................	7,39
O..................................	15,28

sans aucune trace de sodium.

» En comparant ces nombres, on voit que le phosphore est en excès atomique sensible par rapport à l'argent, et cependant on a constaté que l'argent mis en réaction avait été complètement précipité : d'où résulte cette conséquence nécessaire que le précipité contient une certaine dose d'acide phosphorique excédant, conséquence confirmée par la présence d'une certaine dose de sodium.

» D'après les doses observées du phosphore, de l'argent et du sodium, les rapports atomiques répondant aux analyses sont les suivants :

$$PO^4Ag^{2,85}Na^{0,05}H^{0,10},$$

soit

Ag	76,16
P	7,68
Na	0,28
O + H	15,88

c'est-à-dire, en tenant compte de la précipitation totale de l'argent, les rapports empiriques

$$19PO^4Ag^3 + PO^4NaH^2;$$

ou plutôt, d'après ce fait que la limite de saturation a été définie par la phtaléine, c'est-à-dire par la bibasicité de l'acide phosphorique,

$$18PO^4Ag^3 + PO^4Ag^2H + PO^4NaAgH.$$

» Remarquons d'ailleurs que la dose de phosphate de soude observée dans le précipité surpasse de beaucoup celle qui aurait pu répondre à quelque trace d'eau mère retenue dans ce précipité, même lors de la séparation du produit analysé d'abord; et, *a fortiori*, dans le cas du produit qui a subi des lavages beaucoup plus prolongés.

» D'ailleurs, si la soude avait été simplement fournie par une eau mère retenue, elle aurait dû renfermer une dose sensible d'azotate de soude, composé dont une recherche soignée n'a révélé aucune trace.

» L'existence de semblables sels accessoires, dans la plupart des précipités, est bien connue des chimistes : c'est l'une des difficultés que l'on rencontre au cours des analyses très exactes. On l'attribuait autrefois à ce que l'on appelait les *affinités capillaires*. Mais elle paraît résulter en réalité de la formation de certains sels doubles et composés secondaires, dissociables par l'action de l'eau et qui servent de pivots aux équilibres, surtout aux phénomènes désignés autrefois sous le nom de *catalytiques*. Leur rôle n'est pas douteux; mais la proportion en est assez faible, d'ailleurs, pour ne guère être sensible aux essais alcalimétriques.

» Ces sels doubles, déjà dissociés partiellement par l'eau froide, le sont plus facilement encore sous l'influence de la chaleur. C'est ce que j'ai vérifié par l'analyse suivante, exécutée sur un précipité obtenu dans une

liqueur chaude, maintenu ensuite pendant deux heures au bain-marie en présence de son eau mère, lavé enfin à l'eau chaude. Dans ce cas, il n'y a pas émulsion, et l'on a trouvé :

Ag	77,21
P	7,59
Na	0,08
O + H	15,12

Pas d'azotate.

» Ces nombres sont beaucoup plus voisins de ceux du phosphate triargentique pur. Cependant il y a encore un léger excès de phosphore et une dose sensible de sodium. Le sel double n'était donc pas complètement dissocié, même dans ces conditions.

2° $PO^4Na^2H + 2AzO^3Ag$

» Précipitation à froid.

» La liqueur filtrée est acide à la phtaléine et au méthylorange. Estimé par la soude, le titre acide, avec le méthylorange, répond à $\frac{1}{3}$ NaOH;

» Avec la phtaléine, à $\frac{2}{3}$ NaOH.

» Si l'on envisageait uniquement ces deux déterminations, il en résulterait que la liqueur se comporterait comme contenant $\frac{1}{3}$ de molécule PO^4H^3 d'acide phosphorique libre (ou un mélange équivalent de cet acide avec l'acide azotique, se faisant équilibre vis-à-vis de l'alcali); ce qui répondrait à l'équation suivante :

$$2AzO^3Ag + PO^4Na^2H = 2AzO^3Na + \tfrac{2}{3}PO^4Ag^3 + \tfrac{1}{3}PO^4H^3,$$

c'est-à-dire

$$6AzO^3Ag + 3PO^4Na^2H = 6AzO^3Na + 2PO^4Ag^3 + PO^4H^3;$$

la perte d'acidité éprouvée par le phosphate de soude étant de deux unités équivalentes sur trois, vis-à-vis du méthylorange, et de deux unités sur six, vis-à-vis de la phtaléine.

» Cette perte d'acidité est réelle; mais l'interprétation donnée par la formule ci-dessus n'est pas exacte, attendu que le phosphate d'argent exprimé par la formule ne se retrouve pas entièrement dans le précipité.

» En réalité, l'argent est partagé entre le précipité et la liqueur, une

portion existant dans cette dernière à l'état de phosphate acide d'argent. En effet, lorsqu'on verse dans la liqueur de la soude jusqu'à la limite indiquée par le virage de la phtaléine, cet alcali donne lieu à un nouveau précipité de phosphate, qui contient le reste de l'argent.

» On peut ainsi doser l'argent resté dissous. Mais, pour plus de rigueur, j'ai préféré précipiter cet argent sous forme de chlorure que l'on a pesé; ce que l'on réalise par l'addition d'une dose connue d'acide chlorhydrique. On a titré ensuite par les colorants la liqueur filtrée, de façon à y déterminer l'acide phosphorique. En opérant ainsi, à partir du système initial $PO^4Na^2H + 2AzO^3Ag$, et en ajoutant après la première filtration 1 équivalent de HCl, on a trouvé: Ag resté dissous, $0^{\text{éq}},37$.

» Puis la liqueur filtrée une seconde fois, titrée par la soude, a donné

Titre acide :	Estimé au méthylorange.........	$1^{\text{éq}},12$
»	Estimé à la phtaléine............	$1^{\text{éq}},57$

» La différence de ces deux chiffres indique $0^{\text{mol}},45\ PO^4H^3$ dans cette dernière liqueur.

» Ce résultat a été contrôlé en dosant à l'état de pyrophosphate magnésien l'acide phosphorique resté dans la liqueur finale. On a trouvé ainsi un poids correspondant à $0^{\text{mol}},46\ PO^4H^3$.

» D'après ces données, l'équation de la réaction rectifiée sera

$$2AzO^3Ag + PO^4Na^2H = 2AzO^3Na + 0,543\,PO^4Ag^3 \text{ précipité} + 0,37\,PO^4AgH^2 + 0,087\,PO^4H^3$$

» Après précipitation par un équivalent HCl, le titre acide aurait dû être

		Différence
Au méthylorange..........	$0,46 + 0,63 = 1,09$	$0,46\,PO^4H^3$
A la phtaléine............	$0,92 + 0,63 = 1,55$	

ce qui concorde suffisamment, étant données les limites d'erreur du dosage par les colorants dans des systèmes complexes.

» L'acide azotique a été supposé ici entièrement neutralisé. Il serait plus exact d'admettre une équation dérivée de la précédente, en représentant l'équilibre entre l'acide azotique et l'acide phosphorique, regardés tous deux comme monovalents, et opposés dans la liqueur aux deux bases présentes, la soude et l'oxyde d'argent.

» Cependant le phénomène est en réalité plus compliqué que ne l'indiquent les données déduites des virages de colorants. Pour en prendre une

idée exacte, il est nécessaire de faire l'analyse des précipités obtenus dans les deux périodes successives de l'opération, c'est-à-dire après le simple mélange de dissolutions et après l'addition de la soude dans la liqueur filtrée.

	Premier précipité.	Second précipité.
Ag	76,51	75,55
P	7,56	7,60
Na	0,19	0,40
O + H	15,74	16,45

» On voit que dans ce cas, comme dans le précédent, les précipitations étant opérées à froid, le précipité retient de la soude, et que le phosphore est en excès par rapport à l'argent.

» Les rapports atomiques calculés d'après les chiffres des analyses, sont les suivants :

Premier précipité.	Second précipité.
$PO^4Ag^{2,91}Na^{0,03}H^{0,06}$,	$PO^4Ag^{2,79}Na^{0,07}H^{0,14}$.

	Calculé.	Calculé.
Ag	76,63	75,63
P	7,57	7,79
Na	0,17	0,40
	15,63	16,58

c'est-à-dire

$$PO^4Ag^3 + \tfrac{1}{37}\,PO^4NaH^2; \qquad PO^4Ag^3 + \tfrac{1}{14}\,PO^4NaH^2$$

ou plutôt pour le premier précipité :

$$36\,PO^4Ag^3 + PO^4Ag^2H + PO^4AgNaH$$

ou plutôt pour le second précipité :

$$13\,PO^4Ag^2 + PO^4Ag^2H + PO^4NaAgH.$$

3° $PO^4Na^2H + 3\,AzO^3Ag$.

» Précipitation à froid.

» La liqueur filtrée est acide aux colorants, méthylorange et phtaléine. Par la soude, elle fournit avec les deux le même titre acide, soit un équivalent ; ce qui indique qu'il y reste uniquement des acides jouant un rôle monovalent. La formule simple qui se présente à première vue est la suivante :

$$PO^4Na^2H + 3\,AzO^3Ag = PO^4Ag^3 + 2\,AzO^3Na + AzO^3H.$$

» Mais, de même que ci-dessus, cette formule est inexacte, la soude donnant lieu dans la liqueur à un précipité jaune de phosphate d'argent. Il s'agit donc en réalité, pour une fraction de l'acide phosphorique initial, d'un certain équilibre entre les deux acides azotique et phosphorique, opposés aux deux bases, soude et argent.

» Pour doser l'argent dissous, on a repris la liqueur filtrée, aussitôt après le mélange, on y a ajouté deux équivalents d'acide chlorhydrique $2HCl$; on a filtré de nouveau, puis titré la liqueur. Celle-ci a indiqué, par la soude,

		Différence.
Avec le méthylorange	$2^{éq}$,24 acide	0,39.
Avec la phtaléine	$2^{éq}$,63 acide	

» La différence représente $0^{mol},39$ d'acide phosphorique PO^4H^3, contenu dans la liqueur. Ce chiffre a été contrôlé par un dosage direct par pesées de pyrophosphate magnésien, lequel a fourni en effet la valeur

$$0^{mol},39\,PO^4H^3.$$

» D'autre part, le poids de l'argent précipité, au moment du mélange avec $2HCl$, répond à $1^{éq},19$. La première précipitation a donc séparé $1,81\,Ag$, c'est-à-dire $0,603\,PO^4Ag^3$. Il restait, par conséquent, à l'état dissous : $0,397\,PO^4H^3$; ce qui concorde avec les dosages précédents, indiquant 0,39.

» De là résulte l'équation rectifiée

$$\begin{aligned} &AzO^3Ag + PO^4Na^2H \\ &\quad = 2AzO^3Na + 0,779\,AzO^3Ag \\ &\qquad + 0,221\,AzO^3H + 0,603\,PO^4Ag^3 \text{ précipité} + 0,397\,PO^4AgH^2, \end{aligned}$$

ou plus exactement une équation dérivée de celle-là et représentant l'équilibre entre les deux acides opposés aux deux bases dans la liqueur.

» Si l'on ajoute dans cette même liqueur $2HCl$, cela précipite, d'après l'équation : $1,18\,Ag$, en laissant $0,82\,HCl$ libre. Le titre acide résultant

Mesuré au méthylorange, représente	$2^{éq}$,22	$0,40\,PO^4H^3$.
Mesuré à la phtaléine, représente	$2^{éq}$,62	

» Entre les trois cas examinés dans le présent Mémoire, le cas actuel est le seul où nous soyons obligés d'admettre l'existence d'une certaine dose d'acide azotique libre, même en dehors de l'existence, peu contestable

d'ailleurs en toute circonstance, d'un certain partage des bases entre les deux acides.

» Mais il convient d'approfondir davantage et d'examiner la composition réelle des deux précipités formés, tant au moment du mélange primitif que lors de l'addition de la soude, jusqu'à virage de la phtaléine, à la première liqueur filtrée.

» On a trouvé :

	Premier précipité.	Second précipité.
Ag	77,10	77,05
P	7,46	7,46
Na	0,04	0,03
	15,40	15,46

» Il n'y a pas trace d'azotate dans aucun des deux.

» Après la seconde précipitation, la liqueur ne contenait plus trace d'acide phosphorique.

» Les deux chiffres observés sont très voisins du phosphate triargentique pur, lequel exige :

Ag	77,33
P	7,39
Na	0,00
	15,28

» Cependant il y a encore ici une trace de sel double argentosodique dans les précipités. Mais la dose en est si faible et l'écart avec le phosphate triargentique si minime qu'il ne paraît pas utile d'en faire l'objet d'un calcul particulier. Je me borne ici à dire que les poids réunis des deux précipités ont été déterminés dans une expérience : ils s'élevaient à $2^{gr},084$; le calcul indiquait 2,065. Il y avait donc réellement un léger excès, attribuable à la précipitation des phosphates sodique et argentique bibasiques.

» En résumé, en opérant à froid, la précipitation totale de l'argent sous forme de phosphate, dans la réaction du phosphate bisodique sur l'azotate d'argent, a eu lieu seulement lorsque les deux sels ont réagi à molécules égales, les deux tiers de l'acide phosphorique demeurant dissous sous forme de sels mono et bibasique.

» La précipitation totale de l'acide phosphorique sous la forme de phos-

phate argentique a eu lieu seulement lorsque l'on a employé 3 molécules d'azotate d'argent pour 1 molécule de phosphate bisodique, avec addition finale de soude, en dose équivalente à la neutralisation appréciée par la phtaléine.

» Dans tous les cas, le mélange initial donne lieu à des phénomènes d'équilibre entre les deux acides : d'où résulte, sauf dans le premier cas, la formation d'une certaine dose de phosphate argentique soluble.

» Enfin les précipités formés en présence d'un excès de phosphate contiennent, à côté du phosphate biargentique prédominant, une certaine dose de phosphates biargentique et argenticosodique, c'est-à-dire de *sels doubles, caractéristiques de l'état final du système,* comme il arrive dans la grande majorité des phénomènes d'équilibre chimique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouvelles synthèses effectuées au moyen des molécules renfermant le groupe méthylène associé à un ou deux radicaux négatifs. Action de l'épichlorhydrine et de l'épibromhydrine sur les éthers benzoylacétiques sodés.* Note de M. A. **Haller**.

« Le but de ces recherches était de préparer toute une série de nouvelles combinaisons à fonction alcoolique mixte, en faisant agir des molécules renfermant le groupement oxyde d'éthylène $\mathrm{R.CH - CHR'}$ (les deux carbones liés par O) sur les dérivés sodés des corps de la forme $\mathrm{CH^2}\!\left\langle{}^{\mathrm{R}}_{\mathrm{R}}\right.$, comme les éthers maloniques, cyanacétiques, acétoacétiques, benzoylacétiques, l'acétylacétone, etc. MM. W. Traube et E. Lehmann [1] ayant publié, au cours de notre travail, une étude inspirée par la même idée, et consistant à condenser l'oxyde d'éthylène et l'épichlorhydrine avec les éthers malonique et acétoacétique sodés, nous nous bornons pour le moment, après entente avec ces savants, à poursuivre l'action de l'épichlorhydrine et de l'épibromhydrine sur quelques autres molécules, et en particulier sur les dérivés sodés des éthers benzoylacétiques, cyanacétiques et acétonedicarboniques, et sur quelques dicétones β. Quand on traite à froid une solution d'une molécule de benzoylacétate d'éthyle sodé dans l'alcool absolu, par une molécule d'épichlorhydrine, et qu'on abandonne le mélange à lui-même, il se produit une

(1) *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XXXIII, p. 720; 1899.

condensation avec dégagement de chaleur, et le liquide se prend peu à peu en une masse blanche et cristalline. La réaction est terminée au bout de trois ou quatre jours. Ce produit de condensation, sans doute constitué par un dérivé sodé d'un éther complexe n'est pas susceptible d'être isolé à l'état pur pour l'analyse. On le dissout dans l'eau, et on traite la solution par de l'acide chlorhydrique. Le précipité huileux qui se forme au début ne tarde pas à se solidifier. On le recueille, on le lave et le purifie par une série de cristallisations dans l'alcool bouillant. On obtient ainsi de fines aiguilles fondant à 105°-106° [1], insolubles dans l'eau, très peu solubles dans l'éther et l'éther de pétrole.

» L'analyse de ce corps conduit à la formule $C^{12}H^{11}ClO^{3}$. La détermination de son poids moléculaire par la cryoscopie donne le chiffre 228, au lieu de 238,5 qu'exige le poids moléculaire calculé.

» Son mode de formation, sa solubilité dans les alcalis, l'étude de ses propriétés, nous font attribuer à ce composé la formule d'une cétolactone nouvelle, qui prend naissance à la suite des réactions suivantes :

(1) $$\left\{\begin{array}{l} C^6H^5.CO.CHNa.COOC^2H^5 + CH^2-\underset{\diagdown O \diagup}{}CH - CH^2Cl \\ = C^6H^5.CO.\underset{|}{C}Na - COOC^2H^5 \\ \qquad\qquad CH^2 - CHOH.CH^2Cl \end{array}\right.$$

(2) $$\left\{\begin{array}{l} C^6H^5.CO.\underset{|}{C}Na.COOC^2H^5 + H^2O \\ \qquad\qquad CH^2.CHOH.CH^2Cl \\ = C^6H^5.CO.\underset{|}{C}H.COONa \\ \qquad\qquad CH^2.CHOH.CH^2Cl \quad + C^2H^5OH \end{array}\right.$$

(3) $$\left\{\begin{array}{l} C^6H^5.CO.\underset{|}{C}H.COONa \\ \qquad\qquad CH^2.CHOH.CH^2Cl \quad + HCl \\ = C^6H^5.CO - \underset{|}{C}H.CO \\ \qquad\qquad\qquad \rangle O \quad + NaCl + H^2O \\ \qquad\qquad CH^2.CH - CH^2Cl \end{array}\right.$$

» Si cette interprétation est exacte, on doit pouvoir obtenir le même composé en partant du benzoylacétate de méthyle. L'expérience a justifié

---

[1] Dans une très courte note préliminaire publiée dans le *Bulletin de la Société Chimique*, 3e série, t. XXI (1899), p. 564, le point de fusion de ce corps est donné par erreur à 85°.

ces prévisions. Les aiguilles isolées avaient même composition et même point de fusion que celles préparées avec le benzoylacétate d'éthyle.

» Nous avons enfin apporté une autre vérification à notre manière de voir, en substituant à l'épichlorhydrine le dérivé bromé correspondant. La réaction s'est effectuée de la même façon et a donné lieu à la formation du composé bromé $C^{12}H^{11}BrO^3$, qui cristallise en aiguilles fondant à 92°-93°. Ce dérivé se forme qu'on parte du benzoylacétate d'éthyle ou de son homologue méthyle.

» Les deux cétolactones

$$\begin{array}{l} C^6H^5.CO.CH-CO \\ \quad\quad\quad\quad | \quad\quad \searrow O \\ \quad\quad\quad\quad | \quad\quad \nearrow \\ \quad\quad\quad CH^2.CH - CH^2Cl \end{array} \qquad \begin{array}{l} C^6H^5.CO.CH - CO \\ \quad\quad\quad\quad | \quad\quad \searrow O \\ \quad\quad\quad\quad | \quad\quad \nearrow \\ \quad\quad\quad CH^2-CH - CH^2Br \end{array}$$

peuvent donc être considérées comme des 2-*benzoyl.4-valérolactones. 5-chlorée* ou 5-*bromée*. La *phénylhydrazone* de la lactone chlorée, obtenue en chauffant le produit avec du chlorhydrate de phénylhydrazine et de l'acétate de soude fondu, a pour formule $C^{18}H^{16}ClAz^2O^2$ et fond entre 148° et 150°.

» *Action des alcalis sur la lactone chlorée.* — La potasse étendue et froide dissout la lactone en donnant vraisemblablement le sel de l'oxyacide; mais, quoi qu'on fasse, l'action de la base se porte sur le groupement chloré, car on constate la formation de chlorure alcalin. Aussi a-t-il été impossible de préparer le sel d'argent de l'oxyacide chloré.

» La solution alcaline, chauffée pendant quelques jours, puis acidulée par de l'acide chlorhydrique, donne lieu à un dégagement d'acide carbonique en même temps qu'il se précipite une huile qu'on extrait à l'éther. Cette liqueur, après avoir été débarrassée de l'éther, est soumise à l'action de la vapeur d'eau, qui entraîne une notable quantité d'acide benzoïque, qu'on a caractérisé par son point de fusion. La partie non volatile est traitée par l'eau bouillante, qui enlève une cétone-alcool qui cristallise par refroidissement en donnant un corps fondant à 90°-91°. Ce corps fournit avec la semi-carbazide une semi-carbazone dont le point de fusion est situé entre 153° et 154°. Le résidu, insoluble dans l'eau bouillante, est épuisé par l'éther, puis évaporé à sec et enfin traité à plusieurs reprises par l'alcool.

» La solution alcoolique abandonne par évaporation un sirop qu'on reprend de nouveau par de l'eau. La liqueur aqueuse, après avoir été lavée à plusieurs reprises avec de l'éther pour enlever des produits résineux,

est finalement saturée par de l'hydrate de baryte. Il se forme, dans ces conditions, un sel de baryte gommeux qu'il n'a pas été possible d'obtenir jusqu'à présent dans un état de pureté suffisante pour en faire l'analyse. Ce sel est sans doute du dioxyvalérate de baryte. Nous y reviendrons.

» L'ensemble des réactions dont il vient d'être question peut se traduire par les équations suivantes :

$$(1)\quad \left\{ \begin{array}{l} C^6H^5.CO.CH - CO \\ \qquad\quad | \qquad\quad \rangle O \\ \qquad CH^2.CH - CH^2Cl \end{array} \right. + KHO = C^6H^5.CO.\underset{\displaystyle |\atop \displaystyle CH^2.CH^2OH.CH^2Cl,}{CH} - COOK$$

$$(2)\quad \left\{ \begin{array}{l} C^6H^5.CO.CH.COOK \\ \qquad\qquad | \qquad\qquad\qquad\qquad + 2KHO \\ \qquad CH^2.CH\,OH.CH^2Cl \\ = C^6H^5CO\ CH^2 \\ \qquad\qquad / \qquad\qquad\qquad\qquad + CO^3K^2 + KCl \\ \qquad CH^2.CH\,OH.CH^2OH \end{array} \right.$$

$$(3)\quad \left\{ \begin{array}{l} C^6H^5.CO.CH.COOK \\ \qquad\qquad | \qquad\qquad\qquad\qquad + 2KHO \\ \qquad CH^2.CHOH.CH^2Cl \\ = C^6H^5.CO^2K + CH^2 - COOK \\ \qquad\qquad\qquad\qquad | \\ \qquad\qquad\qquad CH^2.CHOH.CH^2OH \end{array} \right.$$

» Ces différentes équations montrent que, dans les conditions où l'on opère, l'acide cétone-alcool-chloré, tout en étant transformé en glycol, subit, et le dédoublement acide, et le dédoublement cétonique, comme le font tous les acides β-cétoniques qui sont à notre connaissance.

» La présence du cétoneglycol et de l'acide carbonique d'une part, celle de l'acide benzoïque et d'un acide gommeux d'autre part, justifient amplement cette manière de voir.

» Le cétoneglycol $C^{11}H^{14}O^3$ qui a été analysé ne peut avoir que la formule :

$$C^6H^5CO.CH^2.CH^2CHOH.CH^2OH,$$

ce qui en fait un 4 *benzoyl* 1. 2 *butanediol*.

» Sa semi-carbazone, dont il a été question et qui a été également analysée, aurait la formule

$$C^6H^5.\underset{\displaystyle \| \atop \displaystyle Az.AzH.CO.AzH^2.}{C} - CH^2.CH^2.CHOH.CH^2OH.$$

» Quant à l'acide glycol, il ne peut avoir que la formule représentée dans l'équation (3). Nous aurons d'ailleurs l'occasion d'y revenir.

» En résumé, ces premières expériences montrent :

» 1° Que les molécules qui renferment le groupement oxyde d'éthylène, comme l'épichlorhydrine ou l'épibromhydrine, s'additionnent directement, et à froid, avec les dérivés sodés des corps en $CH^2\Big\langle{}^{\overline{R}}_{\overline{R}'}$, R et R' étant des radicaux négatifs, et probablement aussi aux corps renfermant les complexes — CHNaCO — ou les complexes tautomères — CH = CONa — ;

» 2° Que dans le cas où l'on emploie les éthers β-cétoniques on obtient d'abord des céto-oxyacides halogénés qui, mis en liberté de leur sel de soude, se transforment en cétolactones halogénées de la forme

$$\begin{array}{l} \text{R. CO. CH} - \text{CO} \\ \quad\;\; | \qquad\qquad\; >\text{O} \\ \text{CH}^2\text{. CH} - \text{CH}^2\text{Cl} ; \end{array}$$

» 3° Que ces cétolactones halogénées sont susceptibles de donner naissance, sous l'influence des alcalis, à des cétoneglycols dont on ne connaît guère de représentants jusqu'alors, lesquels fourniront très aisément de nouvelles glycérines par réduction;

» 4° Que, dans ces mêmes conditions, les cétolactones peuvent aussi se dédoubler en un acide monobasique (acide benzoïque dans notre cas) et en un acide qui ne peut être qu'un acide glycol.

» Nous nous proposons de continuer l'étude de ces différents produits de condensation et de dédoublement, et de généraliser les réactions observées dans les limites où le champ d'étude que se sont réservé MM. Traube et Lehmann nous le permet.

» Des essais entrepris sur des corps renfermant les complexes $CH\begin{cases} R \\ R' \\ R'' \end{cases}$ ou $\overset{|}{\underset{|}{C}}H\Big\langle{}^{CAz}_{CO}$ comme le benzoylcyanacétate d'éthyle et le camphre cyané, n'ont pas conduit à des résultats jusqu'à présent, mais nous nous proposons de modifier les conditions de la condensation et espérons aussi réussir avec les cétones sodées, comme le camphre, la menthone, etc., sodés. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section d'Anatomie et Zoologie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Marion*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 37,

M. Maupas	obtient.	30	suffrages
M. Sauvage	»	4	»
M. Pérez	»	2	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Maupas**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Alfred Basin** adresse un résumé de ses différents Mémoires sur les aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **Hosden** adresse un Mémoire relatif à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie un Ouvrage de M. *Piero Giacosa*, de Turin, avec Atlas in-folio, Ouvrage ayant pour titre : *Magistri Salernitani nondum editi*. Aux Publications déjà connues des maîtres de l'*École de Salerne*, cet Ouvrage ajoute plusieurs Traités jusqu'ici inédits de divers auteurs salernitains, Ferrarius, Salernus, Johannes et quelques anonymes des XIe et XIIe siècles dont les écrits sont antérieurs ou contemporains du moine Constantin l'Africain, traducteur des Arabes.

L'Atlas reproduit en fac-similé plusieurs manuscrits, frontispices, dessins, opérations médico-chirurgicales, instruments, objets votifs, amulettes, etc.

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses nouvelles, découvertes à l'Observatoire de Paris* (1) (*équatorial de la tour de l'Ouest*). Note de M. G. BIGOURDAN, communiquée par M. Lœwy.

Numéros.	Ascension droite. 1900,0	Déclinaison. 1900,0	Dates de la découverte, de la description. — Remarques.
	h m s	° ′	
372.	1.58.16	+30.20	1897 déc. 24. — Gr. 13,3. Assez stellaire, 10″ env. d'étendue, formée par une condensation demi-diffuse, un peu granuleuse, de 5″ de diamètre, entourée d'un peu de nébulosité.
373.	2.22.39	+30.58	1897 déc. 22. — Gr. 13,5. Objet de 25″ environ d'étendue, granuleux, qui est probablement un amas.
374.	3.12.11	+41. 0	1884 nov. 14. — Petit amas d'étoiles très faibles, parmi lesquelles il y a peut-être des traces de nébulosité.
375.	3.13.18	+41.11	1884 oct. 22. — Gr. 13,3-13,4. Néb. de 20″ de diamètre, avec petit noyau stellaire de gr. 13,4.
376.	3.59.12	−11.27	1897 déc. 16. — Gr. 13,2-13,3. Stellaire et de 5″ à 10″ d'étendue.
377.	4.25.57	+ 7.29	1899 janv. 8. — Gr. 13,3-13,4. Env. 25″ d'étendue et dans laquelle on distingue plusieurs étoiles; pourrait être un simple amas.
378.	4.26.55	− 4.54	1898 déc. 9. — Gr. 13,4-13,5. Très diffuse, parfois assez stellaire; 40″ env. d'étendue.
379.	4.42.32	− 2.54	1897 déc. 20. — Gr. 13,4. Objet un peu nébuleux, assez fortement stellaire.
380.	4.46.18	− 5. 0	1897 déc. 17. — Gr. 13,3. Assez stellaire, arrondie, 12″ environ de diamètre.
381.	4.52.55	+ 8. 5	1899 déc. 25, et 1900 mars 1. — Gr. 13,2-13,3. Petit amas arrondi de 30″ environ de diamètre.
382.	4.53.53	− 0.28	1885 janv. 16, et 1898 déc. 7. — Gr. 13,3. Étoile autour de laquelle on a soupçonné quelques traces de nébulosité.
383.	4.53.56	− 0.28	1885 janv. 16, et 1898 déc. 7. — Gr. 13,2-13,3. Étoile autour de laquelle on a soupçonné un peu de nébulosité.
384.	5.30.13	−23.36	1887 déc. 16, etc. — Gr. 13,4-13,5. Néb. de 30″ environ de diamètre dans laquelle on entrevoit deux étoiles distantes de 25″ à 30″.

(1) Cette liste fait suite à celle de la page 1094 de ce Volume.

Numéros.	Ascension droite. 1900,0	Déclinaison. 1900,0	Dates de la découverte, de la description. — Remarques.
	h m s	° ′	
385.	5.31.10	+69.20	1891 déc. 22, etc. — Gr. 13,2-13,3. Néb. d'environ 1′,5 de diamètre; une étoile voisine 13,1, située à $p = 163°$, $d = 0',7$, gêne pour apercevoir cette nébuleuse.
386.	6. 3.56	+20.26	1890 févr. 11. — Grande nébuleuse diffuse de 6′ à 7′ de diamètre.
387.	6.26.29	+44.46	1892 janv. 1. — Amas de 1′ de diamètre, d'aspect un peu nébuleux, mais dans lequel on distingue assez nettement les étoiles.
388.	6.26.48	+44.47	1892 janv. 1, et 1899 mars 5. — Gr. 13,5. Néb. de 30″ d'étendue, assez granuleuse; une étoile 13,3 est vers $p = 250°$, $d = 0',8$.
389.	6.44.13	+33.34	1884 déc. 21, 1885 janv. 10, et 1897 mars 23. — Gr. 13,4. Étoile nébuleuse voisine de 2288 N.G.C.; une étoile 12 est vers $p = 340°$, $d = 1'$ environ.
390.	7.18.50	+72.10	1900 janv. 24. — Gr. 13,3-13,4. Néb. de 20″ d'étendue, un peu stellaire, assez granuleuse.
391.	7.48.50	+56.57	1900 janv. 24. — Gr. 13,4. Objet demi-nébuleux, demi-stellaire; une étoile 12,8 précède de 8ˢ et est plus boréale de 1′.
392.	7.53.33	+25.11	1899 mars 13. — Paraît être un amas de 30″ d'étendue, formé d'étoiles peu serrées.

Rectifications et remarques.

N.G.C.	Correction de N.G.C. Æ.	Correction de N.G.C. Décl.	Coordonnées pour 1900,0. Æ.	Coordonnées pour 1900,0. Décl.	Dates des observations.
	m s	′	h m s	° ′	
2211...	+0.43	»	6.14. 8	−18.30	1890 mars 9.
2243...	+0.14	»	6.25.59	−31.12	1891 mars 3.
2258...	−1. 0	»	6.34.46	+74.33	1891 déc. 22.
2303...	+0.11	»	6.48.57	+45.38	1891 janv. 9.
2315...	−0.10	»	6.54.48	+50.44	1885 nov. 15.
2321...	+0.11	»	6.58.14	+50.56	1885 nov. 15.
2322...	−0.13	»	6.58.16	+50.40	1885 nov. 15.
5459...	+0.15	»	14. 0. 8	+13.36	1894 mai 26.
5477...	−0.20	»	14. 1.58	+54.56	1887 juin 17.
5480...	−0.14	»	14. 2.40	+51.14	1887 juin 12.
5481...	−0.14	»	14. 2.59	+51.14	1887 juin 12.
5484...	+0.36	+5	14. 3.58	+55.34	1899 mai 13.
5519...	»	−6	14. 9.23	+ 7.53	1896 mai 13.
5520...	−0.53	»	14. 8.43	+50.49	1887 juin 12.

N.G.C.	Correction de N.G.C. Æ.	Décl.	Coordonnées pour 1900,0. Æ.	Décl.	Dates des observations.
	m s	′	h m s	° ′	
5522...	−0.16	»	14.10. 3	+15.36	1887 mai 23.
5524...	−0.14	»	14.10.14	+36.52	1886 mai 31.
5624...	+0.17	»	14.23. 3	+52. 5	1889 mai 30.
5648 = 74 Big. (¹)			14.25.44	+14.28	1887 mai 23.
5655...	−0.10	+3	14.26.13	+14.25	1887 mai 23.
5669...	−0.35	»	14.27.49	+10.21	1894 mai 9.
5671...	−1. 0	»	14.26.13	+70. 8	1887 juin 27.
5762...	−0.13	»	14.43.55	+12.50	1892 mai 21.
5763...	−0.23	»	14.44.10	+12.53	1892 mai 21.
5767...	−0.17	»	14.46. 4	+47.45	1898 juin 14.
5778...	+0.10	»	14.49.55	+19. 3	1890 mai 19.
5782...	+0.20	+10	14.51. 9	+12.15	1894 mai 31.
5793...	»	−13	14.53.29	−16.28	1896 mai 13.
5808...	+0.47	»	14.53.47	+73.27	1884 août 21.
5819...	−0.20	»	14.54. 4	+73.32	1896 juillet 11.
5832...	−0.19	»	14.57.24	+72. 4	1884 août 14.
5836...	+2.10	»	14.59.56	+74.17	1884 août 18.

ASTRONOMIE. — *Sur l'emploi du stéréoscope en Astronomie.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Lœwy.

« L'illusion de relief que donne le stéréoscope provient, comme on sait, des petites différences existant entre les deux épreuves photographiques soumises à l'examen, différences qui accusent le déplacement relatif des objets dans le sens du rayon visuel, quand on change de position normalement à sa direction. L'effet stéréoscopique cesse d'être perceptible pour les objets dont la distance à la chambre est relativement grande par rapport à celle des deux positions successives qu'on lui fait occuper, ou par rapport à la distance des deux objectifs, si l'appareil est construit pour prendre deux épreuves simultanées (²). Mais, en donnant à cet écartement une

(¹) Doit être identique à III 645 = 5649 N.G.C.

(²) Appelons a l'écartement qui sépare les deux positions occupées par l'appareil photographique, F son foyer, D la distance de la chambre à un point éloigné, D_1 la distance à un second point éloigné situé dans une direction voisine du premier,

valeur suffisante, il est possible de réaliser une reproduction des objets situés à une distance quelconque, avec leur relief général, et c'est là un moyen que l'on peut mettre à profit, dans les pays accidentés, pour déterminer la forme d'un massif éloigné ([1]).

» Ces considérations s'appliquent, en principe, à l'étude du ciel; mais, dans l'application, on se heurte à une grosse difficulté, parce que l'écartement à donner aux deux positions de la chambre photographique, pour obtenir un relief sensible, dépasse, en général, les limites que la nature nous impose.

» La difficulté, dans le cas de la lune, peut être éludée en se fondant sur cette remarque que le changement produit, dans l'aspect d'un corps éloigné, par le déplacement de l'observateur perpendiculairement aux rayons visuels, équivaut à celui qui se manifeste lorsque, l'observateur restant en place, on fait tourner ce corps d'un certain angle autour d'un axe convenable. Or cette rotation, que nous ne sommes pas maître de réaliser dans le cas de la lune, se produit d'elle-même et constitue le phénomène de la libration. Aussi deux épreuves photographiques de notre satellite, prises à des époques correspondant à une même phase et à des librations très différentes, regardées stéréoscopiquement, fournissent-elles des données sur le relief de notre satellite. L'expérience, faite par M. Julius Franz, a parfaitement réussi.

» Le grand axe de l'orbite terrestre, malgré son immensité, est excessivement petit par rapport aux distances qui nous séparent des étoiles, et ce fait se traduit par l'extrême faiblesse de la majorité des parallaxes annuelles de ces astres. Deux photographies d'une même région du Ciel, prises à six

---

f le foyer du stéréoscope. Pour que ces deux points se voient à travers le stéréoscope, dans des plans différents, il faut que

$$a\left(\frac{1}{D}-\frac{1}{D_1}\right)\frac{F}{f} > \frac{1}{3600},$$

en valeur absolue, en admettant que l'œil cesse de séparer deux points qui s'aperçoivent sous un angle inférieur à 1′ et en supposant le foyer f assez grand pour ne pas faire apparaître le grain de la gélatine.

([1]) Deux épreuves faites au sommet du Buet ou du mont Fleuri, avec un écartement de 150 à 200 mètres, fourniraient une belle représentation en relief du massif du mont Blanc.

Un procédé analogue pourrait servir à étudier la forme des nuages.

mois d'intervalle, sont, en conséquence, si peu différentes pour la plupart des étoiles que, regardées au stéréoscope, les images paraîtront se trouver, en général, dans le même plan. Cependant, si les épreuves ont été faites avec un instrument à très long foyer et s'il y figure des étoiles à forte parallaxe ou à fort mouvement propre annuel, leurs images se verront en dehors du plan des autres dans le stéréoscope, et leur présence sera immédiatement accusée. Ce moyen de recherche offre d'ailleurs une certaine analogie avec celui qui a été imaginé récemment par M. Kapteyn.

» Dans le domaine de la spectroscopie, le stéréoscope peut conduire à des applications d'un tout autre genre, en se fondant sur le principe Doppler-Fizeau.

» Imaginons que l'on obtienne deux photographies d'une image monochromatique d'un astré présentant des détails bien nets, avec deux appareils dispersifs identiques mais disposés de manière que le sens de la dispersion, pour l'une et l'autre épreuve, diffère de 180°. En vertu du principe Doppler-Fizeau, les points de l'astre, mobiles sur la ligne de visée, seront déplacés par la dispersion et leurs images déviées en sens contraire sur les deux épreuves. Regardées au stéréoscope, ces épreuves procureront donc l'illusion d'un relief dont la surface donnera une représentation géométrique des grandeurs relatives des vitesses, dans le sens du rayon visuel, aux différents points de l'astre.

» Dans l'application, il y aura lieu de tenir compte des déformations des images produites par les appareils dispersifs. On les éliminera facilement, en tirant les épreuves positives à travers ces appareils eux-mêmes, après avoir disposé les clichés à la place même qu'ils occupaient pendant la pose et en les éclairant avec de la lumière de même longueur d'onde que celle de l'image monochromatique de l'astre.

» Il faudra d'ailleurs, pour donner à la méthode toute sa sensibilité, recouvrir les deux images de fins quadrillages transparents et identiques, disposés convenablement, afin de fournir aux yeux des points de comparaison. Le plan de ce quadrillage, vu dans le stéréoscope, servira pour ainsi dire de plan de coordonnée par rapport auquel on évaluera les cotes des différents points de la surface des vitesses.

» *Application aux éclipses de soleil.* — Pour l'étude des mouvements internes de la chromosphère et de la couronne intérieure, l'emploi de deux lunettes semblables, à long foyer, armées chacune d'un prisme objectif, est recommandable.

» L'étude de la couronne extérieure exigerait l'emploi de lunettes à grand pouvoir lumineux, condition qui impose un court foyer et, par suite, des trains de prismes très dispersifs pour avoir une dispersion suffisante.

» Un dispositif analogue conviendrait, en principe, pour l'étude des mouvements internes des nébuleuses gazeuses.

» *Étude des mouvements de l'atmosphère solaire en dehors des éclipses.* — La découverte que les raies H et K sont toujours renversées dans les facules a permis d'obtenir non seulement des photographies de la chromosphère et des protubérances, mais encore des épreuves des flammes projetées sur le disque et d'enregistrer leurs vitesses dans le sens du rayon visuel ([1]). L'étude d'ensemble de ces vitesses se ferait aisément, en examinant au stéréoscope deux épreuves obtenues simultanément, avec deux spectrographes à deux fentes à grande dispersion, analogues à celui de M. Deslandres, mais dans lesquels la dispersion agirait en sens opposé.

» Ayant surtout en vue de prendre date, je me bornerai, pour le moment, à ces indications générales, concernant l'application du stéréoscope à l'Astronomie, me réservant de revenir sur ce sujet lorsque je disposerai des moyens de réalisation.

» En terminant, j'ajouterai que le déplacement des raies solaires par rapport aux raies telluriques qui se manifeste ([2]) aux deux bords de l'équateur solaire, déjà utilisé par M. Cornu pour la découverte des raies telluriques, pourrait servir de point de départ à une nouvelle méthode de recherche de ces raies, en employant le stéréoscope. »

GÉOMÉTRIE. — *Équations et propriétés fondamentales des figures autopolaires réciproques dans le plan et dans l'espace.* Note de M. **Rabut**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« J'ai établi (*Intermédiaire des Mathématiciens,* janvier 1895, p. 32) les équations générales des figures invariantes d'une transformation homographique quelconque, dans le plan et dans l'espace.

» Je me propose ici la détermination de l'équation générale des figures invariantes d'une transformation par polaires réciproques.

» Soient, d'abord, dans le plan,

$$f(x, y) = 0$$

l'équation d'une conique directrice, (x, y) un point d'une courbe c et (x_1, y_1) le point de contact de la polaire de ce point avec son enveloppe c_1.

([1]) Deslandres, Hale.
([2]) Thollon.

On a les relations symétriques connues :

$$\frac{dy_1}{dx} = -\frac{f'_x}{f'_y}, \tag{1}$$

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{f'_{x_1}}{f'_{y_1}}. \tag{2}$$

» Si donc l'équation de c est mise sous la forme différentielle

$$F\left(\frac{dy}{dx}, -\frac{f'_x}{f'_y}\right) = 0 \tag{3}$$

(ce qu'on reconnaît aisément être toujours possible), l'équation de c_1 n'est autre que

$$F\left(-\frac{f'_{x_1}}{f'_{y_1}}, \frac{dy_1}{dx_1}\right) = 0. \tag{4}$$

» Pour que ces deux équations soient identiques, il faut et il suffit que la relation (3) soit symétrique par rapport à ses deux arguments. Sous cette unique condition, elle constitue l'équation générale cherchée.

» Cette équation, toujours intégrable si l'on spécifie la fonction F, ne l'est pas sous sa forme générale, bien qu'on la rende facilement homogène par une substitution linéaire.

» Si l'on rapporte la conique directrice à ses asymptotes ($xy = k^2$) ou à deux diamètres conjugués ($x^2 \pm y^2 = a^2$), on obtient les formes

$$F\left(\frac{y}{x}, -\frac{dy}{dx}\right) = 0, \qquad F\left(\frac{x}{y}, \pm\frac{dy}{dx}\right) = 0;$$

d'où cet énoncé :

» *Les lignes planes autopolaires sont définies par une relation symétrique entre l'abscisse (ou l'ordonnée) et la sous-tangente.*

» En supposant que la directrice est un cercle ou une hyperbole équilatère, on trouve des lignes définies, en coordonnées polaires, par une relation symétrique entre le rayon vecteur et la normale polaire ou entre le rayon vecteur et la tangente, et qui fournissent, par projection, toutes les autopolaires planes.

» Posons-nous maintenant le même problème dans l'espace, et cherchons d'abord les surfaces autopolaires par rapport à la quadrique directrice

$$f(x, y, z) = 0;$$

appelant x, y, z les coordonnées d'un point de la surface s et x_1, y_1, z_1

celles du point de contact du plan polaire de ce point avec son enveloppe s_1, on a les relations

$$(5) \qquad \frac{\partial z_1}{\partial x_1} = -\frac{f'_x}{f'_z},$$

$$(6) \qquad \frac{\partial z}{\partial x} = -\frac{f'_{x_1}}{f'_{z_1}},$$

$$(7) \qquad \frac{\partial z_1}{\partial y_1} = -\frac{f'_y}{f'_z},$$

$$(8) \qquad \frac{\partial z}{\partial y} = -\frac{f'_{y_1}}{f'_{z_1}}.$$

» Si donc l'équation de s est mise (ce qui est toujours possible) sous la forme

$$(9) \qquad F\left(\frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}, -\frac{f'_x}{f'_z}, -\frac{f'_y}{f'_z}\right) = 0,$$

celle de s_1 peut s'écrire

$$(10) \qquad F\left(-\frac{f'_{x_1}}{f'_{z_1}}, -\frac{f'_{y_1}}{f'_{z_1}}, \frac{\partial z_1}{\partial x_1}, \frac{\partial z_1}{\partial y_1}\right) = 0,$$

et pour que les deux équations soient identiques, il faut et il suffit que l'équation (9) soit symétrique par rapport à ses deux couples d'arguments, c'est-à-dire qu'elle ne change pas quand on y remplace simultanément $\frac{\partial z}{\partial x}$ et $\frac{\partial z}{\partial y}$ par $-\frac{f'_x}{f'_z}$ et $-\frac{f'_y}{f'_z}$. Sous cette seule condition, l'équation aux dérivées partielles du premier ordre (9) est l'équation générale des surfaces autopolaires.

» Deux équations simultanées de ce type,

$$F = 0, \qquad \mathcal{F} = 0,$$

où l'on remplacera ∂ par d, représentent toutes les lignes autopolaires de l'espace.

» Ces résultats se prêtent à des énoncés analogues à ceux qu'on vient de donner pour le cas du plan [1]. »

---

[1] MM. d'Ocagne et Fouret ont étudié la détermination des figures homologiques à leurs polaires réciproques, mais en faisant cette hypothèse, très restrictive, que ces figures se correspondent point par point : on ne trouve ainsi que des figures du second ordre bitangentes à la directrice.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de Fourier.* Note de M. A. **Hurwitz**, présentée par M. Picard.

« Dans la Communication sur le problème des isopérimètres que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, le 18 février dernier, j'ai appliqué une formule, d'ailleurs très connue, concernant l'intégration du produit de deux séries trigonométriques.

» En étudiant les conditions sous lesquelles cette formule est exacte, j'ai trouvé le théorème suivant, qui me semble être remarquable par sa généralité et qui donne un complément important à ma Note du 18 février.

» *Soient $f(x)$ et $\varphi(x)$ deux fonctions assujetties aux seules conditions d'être bornées et intégrables dans l'intervalle* $0 \leqq x \leqq 2\pi$.

» *Formons les séries de Fourier*

$$\tfrac{1}{2}a_0 + \Sigma(a_n \cos nx + a'_n \sin nx),$$
$$\tfrac{1}{2}b_0 + \Sigma(b_n \cos nx + b'_n \sin nx),$$

appartenant à ces fonctions $f(x)$ et $\varphi(x)$ respectivement (sans nous préoccuper de la convergence ou de la divergence de ces séries).

» *Alors la série*

$$S = \tfrac{1}{2}a_0 b_0 + \Sigma(a_n b_n + a'_n b'_n)$$

est convergente et l'on a

$$S = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(x)\varphi(x)\,dx.$$

» Parmi les applications de ce théorème je signale les suivantes :

» 1. Désignons par x_0, x_1 deux arguments satisfaisant aux inégalités

$$0 \leqq x_0 < x_1 \leqq 2\pi$$

et définissons la fonction $\varphi(x)$ en posant

$$\varphi(x) = 0, \qquad \varphi(x) = \pi, \qquad \varphi(x) = 0,$$

selon que $0 \leqq x \leqq x_0$, ou $x_0 < x < x_1$, ou enfin $x_1 \leqq x \leqq 2\pi$.

» Alors notre théorème se particularise évidemment comme il suit :

» *Si la fonction $f(x)$ est bornée et intégrable dans l'intervalle* $0 \leqq x \leqq 2\pi$, *si de plus a_n, a'_n désignent les coefficients dans la série de Fourier appartenant*

à $f(x)$, on a

$$\int_{x_0}^{x_1} f(x)\,dx$$
$$= \frac{1}{2} a_0(x_1 - x_0) + \sum \left(a_n \frac{\sin n x_1 - \sin n x_0}{n} - a'_n \frac{\cos n x_1 - \cos n x_0}{n} \right).$$

» Autrement dit : *si l'on intègre la série de Fourier appartenant à $f(x)$ terme à terme, on obtient toujours une série convergente représentant l'intégrale de $f(x)$.*

» Ce théorème est à rapprocher des recherches de M. Dubois-Reymond sur l'intégration des séries de Fourier (*Mathem. Annalen,* Vol. XXII, p. 260).

» 2. Remplaçons, dans notre théorème, $\varphi(x)$, soit par $\varphi(x)\cos mx$, soit par $\varphi(x)\sin mx$, où m désigne un nombre entier.

» En tenant compte de l'équation

$$\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} \varphi(x)\cos mx \cos nx\,dx$$
$$= \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \varphi(x)\left[\cos(m-n)x + \cos(m+n)x\right]dx,$$

et des équations analogues, on voit que notre théorème permet d'exprimer les intégrales

$$\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(x)\,\varphi(x)\cos mx\,dx \quad \text{et} \quad \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} f(x)\,\varphi(x)\sin mx\,dx$$

par les coefficients a_n, a'_n, b_n, b'_n. Ainsi, sous la seule hypothèse que les fonctions $f(x)$ et $\varphi(x)$ soient bornées et intégrables, on peut former la série de Fourier relative au produit $f(x)\varphi(x)$ lorsqu'on connaît les séries de Fourier appartenant aux facteurs $f(x)$ et $\varphi(x)$.

» C'est, au fond, le résultat auquel est parvenu M. C. Bourlet dans une Note très intéressante insérée au *Bulletin des Sciences mathématiques,* 2e série, t. XIII; 1889. Mais, si je ne me trompe, les considérations de M. Bourlet ne sont pas tout à fait générales, parce que l'équation de Dirichlet

$$\lim_{h=\infty}\int_0^a \mathrm{F}(y)\frac{\sin hy}{y}\,dy = \frac{\pi}{2}\mathrm{F}(0)$$

exige des conditions spéciales pour la fonction $\mathrm{F}(y)$, même si l'on suppose

que cette fonction est continue. C'est précisément cette circonstance qui rend la démonstration de notre théorème assez délicate, et c'est seulement en m'appuyant sur les recherches de Harnack et de Dubois-Reymond que j'ai obtenu une démonstration que je crois tout à fait rigoureuse. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'application de la théorie de l'élasticité au calcul des pièces rectangulaires fléchies.* Note de M. **Mesnager**, présentée par M. Maurice Lévy.

« M. Maurice Lévy a montré, en 1898, que les équations différentielles des tensions dans les problèmes d'élasticité à deux dimensions sont indépendantes des coefficients d'élasticité. Soient n_x et n_y les tensions normales parallèles à ox et oy, t les efforts tangentiels; on a

$$(1)\quad \Delta_2(n_x+n_y)=0. \quad (2)\quad \frac{d^2n_x}{dx^2}=\frac{d^2n_y}{dy^2}, \quad (3)\quad \text{conditions aux limites.}$$

» *Forme générale des polynomes entiers en x et en y qui satisfont aux équations* (1) *et* (2). — L'équation (1) donne

$$(4)\quad \begin{cases} n_x+n_y=\ldots+\alpha_n\left[x^n-\frac{n(n-1)}{1.2}x^{n-2}y^2+\ldots\right] \\ \qquad +\beta_n\left[nxy^{n-1}-\frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}x^{n-3}y^3+\ldots\right]+\ldots. \end{cases}$$

» En l'identifiant avec des polynomes satisfaisant à (2), on trouve

$$(5)\quad \begin{cases} n_x=\ldots+a_nx^n-(2a_n+a''_n)\frac{n(n-1)}{1.2}x^{n-2}y^2+\ldots \\ \qquad +a'_nnx^{n-1}y-(2a'_n+a'''_n)\frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}x^{n-3}y^3+\ldots. \end{cases}$$

» Les termes de chaque groupe ont des signes alternés, le module des coefficients augmente à chaque terme de $a_n+a''_n$ dans le premier groupe, de $a'_n+a'''_n$ dans le second.

$$(6)\quad \begin{cases} n_y=\ldots+a''_nx^n+a_n\frac{n(n-1)}{1.2}x^{n-2}y^2 \\ \qquad -(2a_n+a''_n)\frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{1.2.3.4}x^{n-4}y^4+\ldots \\ \qquad +a'''_nnx^{n-1}y+a'_n\frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}x^{n-3}y^3+\ldots. \end{cases}$$

» Formation analogue à partir du second terme. D'autre part :

$$(7)\qquad t = \mathrm{A} - \int_0^{x'} \frac{dn_x}{dy_{y=0}} dx - \int_0^{y'} \frac{dn_y}{dx_{x=x'}} dy,$$

$$(8)\qquad \left\{ \begin{array}{l} t = \ldots - a'''_n x^n - a'_n \frac{n(n-1)}{1.2} x^{n-2} y^2 + (2a'_n + a'''_n) \frac{n\ldots(n-3)}{1.2.3.4} x^{n-4} y^4 + \ldots \\ \qquad - a_n n x^{n-1} y + (2a_n + a'''_n) \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3} x^{n-3} y^3 - \ldots . \end{array} \right.$$

» Les premiers termes de chaque groupe ont le signe —. *A partir du second* ils ont des signes alternés et le module du coefficient augmente de $a'_n + a'''_n$ dans le premier groupe, de $a_n + a''_n$ dans le second.

» *Application à la flexion des poutres rectangulaires minces.* — Posons $t = 0$ pour $x = \pm h$. On obtient les deux séries d'équations

$$(9)\qquad \left\{ \begin{array}{l} a''' = - a'_2 h^2 + (2a'_4 + a'''_4) h^4 - (3a'_6 + 2a''_6) h^6 + \ldots \\ a'''_1 = - a'_3 \frac{2.3}{1.2} h^2 + (2a'_5 + a''_5) \frac{2.3.4.5}{1.2.3.4} h^4 - \ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a''_n = - a'_{n+2} \frac{(n+1)(n+2)}{1.2} h^2 + (2a'_{n+4} + a''_{n+4}) \frac{(n+1)\ldots(n+4)}{1.2.3.4} h^4 - \ldots . \end{array} \right.$$

Les signes sont alternés, le coefficient entre parenthèse s'obtient en ajoutant $a' + a'''$ au précédent sans indice et en augmentant les indices de deux unités à chaque terme, les coefficients numériques sont ceux des termes de rang pair du binome. Avec une loi analogue :

$$(10)\qquad \left\{ \begin{array}{l} a_1 h = (2a_3 + a''_3) h^3 - (3a_5 + 2a''_5) h^5 + \ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_n n h = (2a_{n+2} + a''_{n+2}) \frac{n(n+1)(n+2)}{1.2.3} h^3 - \ldots . \end{array} \right.$$

» En annulant tous les coefficients arbitraires dans 9 et 10, sauf un, a'_n ou a''_n, et portant les valeurs trouvées dans 5, 6 et 8, on a des solutions distinctes, qu'on peut combiner par addition.

» *Premier degré.*

$$(11)\qquad \left\{ \begin{array}{l} t = 0, \\ n_x = a + a'_1 y, \\ n_y = 0. \end{array} \right. \qquad\qquad (12)\qquad \left\{ \begin{array}{l} t = 0, \\ n_x = 0, \\ n_y = a'' + a''_1 x. \end{array} \right.$$

» Solution connue : Les bases opposées supportent aux points homologues des efforts égaux et de sens contraires; ces efforts sont linéaires.

» *Deuxième degré.*

$$(13)\quad \begin{cases} t = a'_2(h^2 - y^2), \\ n_x = a'_2\, 2xy, \\ n_y = 0. \end{cases} \ (^1) \qquad (14)\quad \begin{cases} t = 0, \\ n_x = -a''_2 y^2, \\ n_y = a''_2 x^2. \end{cases}$$

» *Troisième degré.*

$$(15)\quad \begin{cases} t = a'_3\, 3x(h^2 - y^2), \\ n_x = a'_3 y(3x^2 - 2y^2), \\ n_y = a'_3 y(y^2 - 3h^2), \end{cases} \qquad (16)\quad \begin{cases} t = a''_3 y(y^2 - h^2), \\ n_x = a''_3 x(h^2 - 3y^2), \\ n_y = a''_3 x^3. \end{cases}$$

» Les équations (15) correspondent à la *flexion sous charge uniformément répartie* et appliquée moitié à la base supérieure, moitié à la base inférieure. En ajoutant par application des équations (12) une compression verticale égale à la charge sur la base inférieure, on rentre dans le cas des la charge uniformément répartie sur la base supérieure.

» *Poutre posée sur deux appuis (loin de ceux-ci).* — On annule le moment sur les appuis avec des efforts horizontaux tirés de l'équation (13)

$$(17)\quad \begin{cases} t = \dfrac{p}{4h^3} 3x(h^2 - y^2), \\ n_x = \dfrac{p}{4h^3} y(3x^2 - 2y^2) + \dfrac{3p}{2h^3}\left(\dfrac{h^2}{5} - \dfrac{l^2}{8}\right)y \\ n_y = \dfrac{p}{4h^3} y(y^2 - 3h^2) - \dfrac{p}{2}. \end{cases}$$

p charge par unité de longueur. h demi-hauteur de la poutre.

» L'effort tranchant se répartit dans une section comme dans la formule (15).

» La fibre neutre est au milieu de la hauteur, $n_x = 0$ pour $y = 0$; mais les efforts horizontaux ne suivent plus une loi linéaire dans une même section verticale.

» L'effort maximum horizontal se produit au point $x = 0$, $y = \pm h$ et est $n_x = \mp p\left(\frac{1}{5} + \frac{3l^2}{16h^2}\right)$; il ne diffère que par $\frac{p}{5}$ de la formule usuelle.

» *Quatrième degré :*

$$(18)\quad \begin{cases} t = a'_4(h^2 - y^2)(6x^2 - 2y^2 - 2h^2), \\ n_x = a'_4 xy(4x^2 - 8y^2), \\ n_y = a'_4 xy(4y^2 - 12h^2), \end{cases} \qquad (19)\quad \begin{cases} t = a''_4\, 4xy(y^2 - h^2), \\ n_x = a''_4(2h^2x^2 - 6x^2y^2 + 2y^4 - 4h^2y^2), \\ n_y = a''_4(2h^2y^2 + x^4 - y^4). \end{cases}$$

---

(1) *Poutre fléchie sous moment constant* (Problème de Saint-Venant).

» Les équations (18) donnent la charge suivant une loi linéaire, etc.

» En combinant les solutions par additions on aurait des charges et des réactions quelconques exprimables par des fonctions algébriques entières de x. On retrouverait notamment la solution donnée par M. Maurice Lévy, en 1898, pour le barrage à profil rectangulaire.

» Ces formules sont applicables sans erreur sensible aux poutres rectangulaires épaisses. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les forces électromotrices de contact et la théorie des ions.* Note de M. **E. Rothé**, présentée par M. Lippmann.

« L'électromètre capillaire de M. Lippmann permet de déterminer aisément la force électromotrice de contact entre le mercure et le liquide qui le baigne, si on admet qu'au moment où la tension superficielle capillaire atteint son maximum, la couche double est nulle à la surface de séparation du liquide et du mercure capillaire. Je me suis proposé d'étudier comment varie cette force électromotrice avec la concentration des solutions.

» L'appareil qui m'a servi ne diffère de l'électromètre ordinaire de M. Lippmann que par la forme de la cuvette : des dispositifs particuliers permettent de laver facilement la pointe capillaire et de changer les liquides. Dans toutes mes expériences, j'ai recouvert le large mercure d'un sel de mercure peu soluble, contenant le même anion que le liquide : l'expérience m'a montré en effet que, sans cette précaution, la force électromotrice du compensateur correspondant au maximum n'est pas bien déterminée ; elle croît lentement pendant plusieurs mois avant d'atteindre une valeur limite jusqu'à ce que le liquide soit saturé de sel mercureux. Cette limite est au contraire obtenue immédiatement quand on recouvre le mercure d'une couche de sel mercureux. Ces sels sont d'ailleurs assez peu solubles pour que le mercure capillaire soit encore parfaitement polarisable. *Les liquides que nous avons étudiés sont donc des solutions très étendues de sulfate mercureux dans l'acide sulfurique et de chlorure mercureux dans l'acide chlorhydrique de différentes concentrations.* Pour la préparation des solutions étendues, il était nécessaire d'employer de l'eau distillée, exempte de matières organiques aussi bien que de sels minéraux : l'eau du commerce a été distillée d'abord sur le permanganate de potasse, redistillée et purifiée ensuite par congélation fractionnée.

» Pour chacun des liquides nous avons déterminé à la façon habituelle

la courbe de graduation de l'électromètre, en portant en ordonnées les hauteurs de mercure, et en abscisses les forces électromotrices, et évalué la force électromotrice correspondant au maximum par la méthode du diamètre rectiligne.

» Les courbes ainsi obtenues permettent d'énoncer les résultats suivants :

» La force électromotrice du compensateur correspondant au maximum de tension superficielle augmente avec la concentration.

» Les hauteurs de mercure soutenues, soit au maximum, soit quand les deux mercures sont en communication, diminuent quand la concentration augmente.

» Les courbes sont d'autant moins inclinées sur l'axe des abscisses que la concentration est plus grande.

» Les variations de la force électromotrice sont indiquées ci-dessous :

Acide sulfurique.

Nombre de gr. de SO^4H^2 par litre.	9^{gr}	$9^{gr},91$ (décinormale)	16^{gr}	$32^{gr},5$	$91^{gr},4$	$99^{gr},2$ (normale)	$184^{gr},6$	$195^{gr},2$ (binormale)	315	$458^{gr},8$
Densité à 15°.....	1,0055	1,0062	1,010	1,021	1,059	1,0629	1,116	1,123	1,193	1,273
Force électromotrice du compensateur correspondant au maximum......	$0^{v},874$	$0^{v},876$	$0^{v},877$	$0^{v},885$	$0^{v},903$	$0^{v},910$	$0^{v},926$	$0^{v},940$	$0^{v},985$	$1^{v},0435$

Acide chlorhydrique.

Nombre de gr. de HCl par litre....	$5^{gr},4$	16^{gr}	$37^{gr},15$	$43^{gr},3$	72^{gr}	$102^{gr},4$	142^{gr}	$193^{gr},5$
Densité à 15°.....................	1,0019	1,007	1,017 (normale)	1,0206	1,034	1,0479	1,0655	1,0884
Force électromotrice du compensateur correspondant au maximum.	$0^{v},555$	$0^{v},557$	$0^{v},568$	$0^{v},573$	$0^{v},583$	$0^{v},600$	$0^{v},618$	$0^{v},638$

» La théorie des ions permet de prévoir le sens de ces variations : soit, en effet, E la force électromotrice d'une pile de concentration formée de deux électrodes de mercure et de deux solutions L_1, L_2, d'un sel de mercure, différemment concentrées et très étendues,

$$E = Hg\,|\,L_1 + L_1\,|\,L_2 + L_2\,|\,Hg$$

$$(1)\qquad Hg\,|\,L_1 - Hg\,|\,L_2 = E - L_1\,|\,L_2.$$

On peut, en s'appuyant uniquement sur la notion de pression osmotique des ions et sur les principes de la thermodynamique, comme l'a fait, par exemple, M. Couette [1] dans une élégante démonstration, calculer la force

---

[1] COUETTE, *Théorie osmotique des piles* (*Journ. de Phys.*, 3e série, t. IX).

électromotrice E. En désignant par n', n'' les valences du cathion et de l'anion, h le coefficient de transport de Hittorf, R la constante des gaz parfaits, T la température absolue, A la quantité d'électricité transportée par un ion gramme monovalent, $\frac{p_2}{p_1}$ le rapport des pressions osmotiques des ions mercure dans les solutions L_2 et L_1, on a,

$$E = \left(\frac{1}{n'} + \frac{1}{n''}\right)\frac{h}{A}\mathrm{RTL}\frac{p_2}{p_1}. \tag{2}$$

» D'autre part, la force électromotrice au contact des liquides L_1 et L_2 a pour expression

$$L_1 | L_2 | = \left(\frac{1-h}{n'} - \frac{h}{n''}\right)\frac{\mathrm{RT}}{A}\mathrm{L}\frac{p_1}{p_2}. \tag{3}$$

» En combinant les égalités (1), (2) et (3), on obtient

$$\mathrm{Hg} | L_1 - \mathrm{Hg} | L_2 = \frac{\mathrm{RT}}{n'A}\mathrm{L}\frac{p_2}{p_1}. \tag{4}$$

Si l'on admet la notion de pression de dissolution, due à M. Nernst, on arrive à la même formule beaucoup plus rapidement.

» Supposons que les liquides L_1, L_2 soient des solutions d'un sel mercureux à saturation en présence d'un excès de sel solide, dans un acide ou un sel contenant le même anion; la quantité de sel non dissocié peut être considérée comme constante, et l'on établit aisément que $\frac{p_2}{p_1} = \frac{c_1\delta_1}{c_2\delta_2}$ où c_1 et c_2 sont les concentrations moléculaires, δ_1, δ_2, les degrés de dissociation de la solution acide ou saline considérée.

» On peut donc transformer la formule (4) et écrire

$$\mathrm{Hg} | L_1 - \mathrm{Hg} | L_2 = \frac{\mathrm{RT}}{n'A}\mathrm{L}\frac{c_1\delta_1}{c_2\delta_2}. \tag{5}$$

» 1° Cette formule indique que, pour des solutions également concentrées et dissociées contenant le même anion, on doit avoir $\mathrm{Hg}|L_1 = \mathrm{Hg}|L_2$. C'est ce que j'ai vérifié expérimentalement en prenant pour liquide de l'électromètre capillaire une solution normale de NaCl, puis de KCl, le large mercure recouvert de cathion [1]. Je reviendrai bientôt avec plus de détails sur le rôle du cathion dans les solutions de même anion.

» 2° La formule (5) indique aussi, comme le vérifient les expériences précédentes, que la force électromotrice correspondant au maximum croît

---

[1] Rothé, *Différences de potentiel au contact entre le mercure et les chlorures* (*Journ. de Phys.*, t. IX, p. 543).

en même temps que la concentration. La connaissance des conductibilités électriques permet de calculer le rapport $\frac{c_1 \delta_1}{c_2 \delta_2}$; j'ai fait le calcul pour des solutions d'acide sulfurique et chlorhydrique dont la conductibilité a été mesurée à 18° par MM. Bouty ou Kohlrausch, et comparé les résultats fournis par la formule (5) à ceux de l'expérience. *L'accord est très satisfaisant pour les solutions étendues,* auxquelles seules s'applique la théorie des ions; les plus grands écarts sont inférieurs à $0^{\text{volt}},01$. La divergence n'est vraiment notable qu'à partir des solutions binormales. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Constantes capillaires de liquides organiques.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **A. Baud**, présentée par M. A. Haller.

« Nous avons mesuré par la méthode de MM. Ramsay et Shields ([1]) les constantes capillaires de quelques liquides organiques, en vue de fixer leur degré de polymérisation à diverses températures.

» Nous transcrivons dans le Tableau suivant les résultats obtenus pour un premier groupe de composés; pour chacun d'eux on trouvera : 1° les températures d'expériences, les valeurs de la densité (d), de la tension superficielle (γ), de la tension superficielle moléculaire $\left[\gamma(Mv)^{\frac{2}{3}}\right]$, ces deux dernières quantités exprimées en dynes par centimètres; 2° les valeurs du coefficient K donné par l'expression : $K = \frac{\gamma_1 (M v_1)^{\frac{2}{3}} - \gamma (M v)^{\frac{2}{3}}}{t - t_1}$, et 3° les valeurs du coefficient de polymérisation : $x = \left(\frac{2,121}{K}\right)^{\frac{3}{2}}$; ces deux coefficients étant toujours calculés entre la température la plus basse et celle de l'observation en regard de laquelle sont inscrites les valeurs de K et x.

$t°$.	d.	γ.	$\gamma(Mv)^{\frac{2}{3}}$.	K.	x.
	$C^6H^5.OC^2H^5$	*Phénétol.*	$M = 122$.		
19,2	0,9672	32,60	819,91	»	»
63,6	0,9249	27,25	706,1	2,563	0,75
108,7	0,8818	22,0	607,2	2,376	0,84
152,4	0,8380	18,22	504,22	2,370	0,94

([1]) Ramsay et Shields, *Zeitschrift f. phys. Chem.*, t. XII, p. 433.

$t°$.	d.	γ.	$\gamma(M v)^{\frac{2}{3}}$.	K.	x.
		$C^6H^5.OCH^3$ *Anisol.* M = 108.			
9	1,0022	35,48	803,45	»	»
54,6	0,9610	30,36	695,90	2,358	0,85
98,8	0,9178	24,8	595,5	2,315	0,87
152,9	0,8622	19,28	482,56	2,229	0,92
		$CH^3CO^2C^2H^5$ *Acétate d'éthyle.* M = 88.			
9,5	0,9137	24,71	519,16	»	»
55,6	0,8566	18,82	413	2,302	0,88
77	0,8286	16,63	373	2,165	0,96
		$C^6H^5.NO^2$ *Nitrobenzène.* M = 123.			
9,4	1,209	43,8	954,5	»	»
55,5	1,1680	38,41	856,54	2,124	0,99
99,8	1,1240	33,26	760,9	2,165	0,96
153	1,0625	27,4	650,8	2,114	1,01
		$C^6H^5.CN$ *Benzonitrile.* M = 103.			
8	1,0157	39,61	861,4	»	»
54,9	0,9726	33,82	757,0	2,226	0,93
99,1	0,9388	29,30	673,9	2,068	1,04
152,4	0,8848	23,53	561,0	2,080	1,02
		$OH,C^6H^4.CH^3$ *Métacrésol.* M = 108.			
9	1,0702	38,78	840,6	»	»
55,4	1,0052	32,98	745,3	2,053	1,05
98,7	0,9695	29,29	678,1	1,811	1,26
153,1	0,9217	24,02	575,1	1,842	1,23

» On peut dégager des chiffres qui précèdent des conclusions qui nous paraissent dignes d'être notées.

» 1. Les valeurs numériques des coefficients K ne sont pas absolument constantes pour un même corps; il en résulte que les courbes représentant les variations de la tension superficielle moléculaire en fonction de la température ne sont pas rigoureusement des droites; il est cependant aisé de se rendre compte, par des constructions graphiques, que ces courbes s'écartent peu de tracés linéaires.

» 2. Si l'on ne considère que les valeurs moyennes des coefficients K, on peut en dresser le Tableau suivant :

	K
Phénétol	2,43
Anisol	2,30
Acétate d'éthyle	2,23
Nitrobenzène	2,13
Benzonitrile	2,12
Métacrésol	1,90

Ces valeurs dépassent (sauf pour le métacrésol) le nombre 2,121 admis par MM. Ramsay et Shields pour les liquides non polymérisés, fait dont MM. Dutoit et Friederich ([1]) ont déjà signalé des exemples.

» En raison du caractère à peu près linéaire des courbes relatives aux cinq premiers corps, on peut cependant regarder ceux-ci comme non polymérisés à l'état liquide.

» 3. Lorsqu'on examine de plus près les valeurs fournies par le métacrésol, celles-ci indiquent que la tension superficielle moléculaire varie linéairement avec la température entre 9° et 55°,4, ainsi qu'entre 98°,7 et 153°,1, avec une anomalie entre 55°,4 et 98°,7, les deux parties droites de la courbe n'étant pas dans le prolongement l'une de l'autre.

Intervalles.	K.	x.
9°,0 à 55°,4	2,05	1,05
55,4 à 98,7	1,55	1,65
98,7 à 153,1	1,89	1,18

» Ces chiffres établissent un changement de polymérisation entre 55° et 100° : le métacrésol se comporte comme un liquide dépolymérisé entre 9° et 55°, et comme un liquide partiellement polymérisé entre 100° et 150°. Entre 55° et 100°, le tracé graphique n'est plus linéaire; les valeurs de K et x n'ont plus de signification précise.

» Une anomalie de ce genre n'a pas encore été signalée à notre connaissance; le métacrésol est le premier exemple d'un corps dont le degré de polymérisation augmente avec une élévation de température. Peut-être est-il en relation avec un phénomène de tautomérie.

» On sait, en effet, que les phénols réagissent généralement avec les propriétés de la fonction $\geq C(OH)$ et parfois aussi, bien que plus rare-

([1]) Dutoit et Friederich, *Arch. Sc. ph. nat. Genève*, 4e série, t. XIV, p. 105.

ment, avec celles de la fonction $=C=O$; si le métacrésol liquide est constitué par un mélange des deux formes tautomériques, on pourrait peut-être admettre que l'anomalie qui le caractérise résulte du fait que les proportions dans lesquelles entrent ces deux constituants varient elles-mêmes avec la température et que l'un d'eux se polymérise plus facilement que l'autre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouvel élément, l'europium.* Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Henri Moissan.

« En 1885, M. Crookes (*Phil. Trans.*, t. CLXXVI, p. 691), dans ses belles recherches sur les fluorescences électriques dans le vide, signala une bande qu'il attribua au samarium et que, en raison de sa disparition en présence de la chaux et de quelques autres particularités, il appela la *raie anomale*. Plus tard ([1]) il la distingua avec un assez grand nombre d'autres bandes comme caractérisant vraisemblablement chacune un méta-élément spécial. Il appela S_δ le méta-élément hypothétique correspondant à la raie anomale. M. Lecoq de Boisbaudran, au cours de ses importantes recherches sur les phosphorescences, confirma les données de M. Crookes sur la raie anomale.

» En 1892, M. de Boisbaudran ([2]) décrivit un spectre de trois lignes bleues brillantes, découvert dans le spectre d'étincelle du samarium. Ces trois lignes pouvaient être renforcées par un fractionnement convenable. Il en conclut qu'elles correspondaient à un élément particulier Z_ε. Vers la même époque, il attira aussi l'attention ([3]) sur une bande particulière du spectre de renversement du samarium qui paraissait correspondre à la raie anomale et se renforçait considérablement en solution nitrique. M. de Boisbaudran, sans s'arrêter à des conclusions bien précises, inclinait à la croire caractéristique d'un élément particulier Z_ζ.

» En 1896 ([4]), j'ai annoncé la présence d'un élément intermédiaire entre le gadolinium et le samarium, caractérisé par diverses fortes raies

---

([1]) Voir surtout à ce sujet *Journ. of the Chem. Soc.*, 1889, adresse de M. Crookes, Président de la Société.

([2]) *Comptes rendus*, 1892, 1er semestre, p. 575.

([3]) *Comptes rendus*, 1893, 1er semestre, p. 671-674, et 2e semestre, p. 199.

([4]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 728

violettes et ultra-violettes. En 1900 ([1]), j'ai montré que ce nouvel élément était identique au Z_ε de M. Lecoq de Boisbaudran, que c'était vraisemblablement à sa présence qu'étaient dus la bande anomale de M. Crookes, la raie de renversement Z_ζ, diverses autres raies de renversement non encore décrites et, en outre, un spectre d'absorption spécial inconnu jusqu'à ce jour. J'ajoutai qu'il ne m'avait pas été possible de pousser assez loin les fractionnements pour affirmer absolument que toutes ces propriétés répondaient à un même corps. Depuis, j'ai pu, à la suite de séries considérables de fractionnements de l'azotate magnésien, accumuler une quantité plus notable de cet élément si peu abondant, le fractionner à son tour et constater enfin que ces caractères divers : spectres de ligne, de renversement, d'absorption, de fluorescence électrique du sulfate dans le vide (raie anomale) avec le sulfate de calcium, ou de gadolinium, s'accompagnaient très constamment, restaient sensiblement proportionnels et qu'ils caractérisaient évidemment un même élément.

» La pureté des quelques grammes du nouvel oxyde était assez grande pour qu'aucun des spectres du samarium ne fût visible et que des raies mêmes du gadolinium on ait à peine quelques traces des plus fortes dans le spectre électrique. Sur ce produit j'ai constaté que, ajouté en traces à du sulfate de calcium, il donnait un brillant spectre de fluorescence où dominait la raie anomale. Ce spectre comprend trois bandes principales :

$\lambda = 609$ environ, très forte, $\lambda = 593$ environ, forte, très large.
$\lambda = 576$ environ, notable, large.

» Le degré de calcination du sulfate mixte fait beaucoup varier l'aspect et la largeur des bandes. La plus forte notamment semble se convertir en une double raie lorsque la calcination est très forte. Le spectre du samarium (notamment la raie rouge) était tout à fait invisible.

» Dans le sulfate de gadolinium, les raies, de même très brillantes, forment un système analogue, mais plus compliqué. Avec l'alumine fortement calcinée, le spectre est formé de raies étroites très brillantes. Je n'ai pas achevé la mesure de ces spectres.

» Les résultats en apparence contradictoires de MM. Crookes et de Boisbaudran sont dus, je pense, à la faible proportion de $\Sigma - Z_\varepsilon$ contenu dans leur matière et à ce que le calcium et le gadolinium renforcent plus le spectre du samarium que l'autre.

» Je propose pour le nouvel élément le nom d'*europium*, avec le symbole eu = 151 (environ).

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1469.

» Voici la liste des raies électriques les plus fortes de l'europium comprises entre λ 500 et λ 350. Les plus fortes sont dans la liste des raies du samarium de MM. Exner et Haschek. Elles y sont toutefois notées avec des intensités bien plus faibles que les miennes. Je répète que dans mon spectre les raies du samarium étaient absolument absentes et les plus fortes du gadolinium sont juste visibles.

λ.	Force.	λ.	Force.
4662,6	12	3819,5	15
4627,8	13	3815,2	5
4594,5	14	3817,4	5
4435,8	16	3781,1	5
4355,5	7	3741,0	5
4205,4	16	3724,5	13
4173,2	5	3688,3	11
4130,0	15,5	3629,9	7
4062,3	5	3622,5	5
4057,8	6	3616,1	5
4017,6	6	3570,0	6
4012,7	5	3549,7	7 Voisine d'une forte raie plus réfrangible de Gd.
4011,8	7		
3988,4	6 Large.		
3972,0	15	3547,6	5
3943,2	7	3543,9	9
3930,7	15	3541,2	5
3907,2	14	3530,8	6
3877,4	5	3520,6	12
3861,3	6	3504,8	5
3854,7	5		

» Outre les raies ci-dessus mentionnées, que je pense appartenir certainement à l'europium, on en voit un très grand nombre de plus faibles, surtout d'extrêmement faibles. Il subsiste naturellement les plus grands doutes sur l'attribution de ces raies, qui disparaissent néanmoins du spectre dès que l'europium n'est plus très pur. On peut avec vraisemblance les lui attribuer. On pourrait aussi supposer qu'elles proviennent d'un élément inconnu très peu abondant même relativement à l'europium, déjà si rare. Des études ultérieures sont nécessaires sur ce point.

» Pour les raies des spectres de renversement et d'absorption des sels d'europium, je renvoie à ma Communication antérieure déjà citée. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les chlorobromures de thallium.* Note de M. V. THOMAS, présentée par M. H. Moissan.

« Dans des Notes successives parues aux *Comptes rendus* (1), j'ai montré que l'action du brome sur le chlorure thalleux, en présence d'eau, donnait naissance à des chlorobromures qui, pour un atome de thallium, renfermaient moins d'un atome de chlore.

» Pour expliquer la formation de tels composés, deux hypothèses sont vraisemblables : 1° production de chlorobromures du type $TlClX''$, instables au contact de l'eau et, par suite, dédoublables en d'autres chlorobromures, les uns plus riches en chlore, les autres plus riches en brome ; 2° fixation du brome et déplacement partiel du chlore par ce métalloïde.

» Quoique la première hypothèse paraisse bien mieux d'accord avec le résultat de mes expériences antérieures, j'ai tenu à la vérifier en étudiant la bromuration du chlorure thalleux en présence des différents solvants, et la fixation du brome par le chlorure thalleux par voie sèche. Je résumerai ici les résultats auxquels je suis arrivé (2) :

» *Action du brome sur le chlorure thalleux en présence de chloroforme.* — $4^{gr},8$ de chlorure thalleux ont été abandonnés pendant longtemps en présence d'une solution renfermant 40^{gr} de chloroforme et $2^{gr},8$ de brome. Dans ces conditions, il ne se forme pas de chlorobromure du type TlX^3. Le produit qu'on obtient se présente sous forme d'une poudre jaune, pour laquelle la formule $Tl^3Cl^2Br^4$ ne saurait être mise en doute, quoique les analyses conduisent à un léger excès de chlore, par suite de la difficulté qu'on a pour effectuer la transformation totale (3).

» *Action du brome sur le chlorure thalleux en présence de sulfure de carbone.* — La réaction est complexe. Deux phénomènes se produisent en même temps : 1° bromuration et mise en liberté du chlore du chlorure thalleux ; 2° action des halogènes sur le sulfure de carbone. En opérant convenablement, on peut ainsi transformer le chlorure thalleux, et cela complètement, en bromure $TlBr^2$. En présence d'une grande quantité de solvant, la transformation, quoique totale, est cependant pénible.

---

(1) *Comptes rendus*, 26 novembre et 24 décembre 1900 ; 14 janvier 1901.

(2) Le détail des expériences sera publié ultérieurement dans le *Bulletin de la Société chimique*.

(3) Analyse :

Trouvé..........	Cl : 7,80	Br : 30,98
Calculé..........	Cl : 7,07	Br : 31,90

» Pendant la bromuration, on perçoit une odeur intense d'halogénure de soufre, et même la liqueur se sillonne, dans des circonstances appropriées, de longues aiguilles incolores. Celles-ci représentent très vraisemblablement des combinaisons analogues à celles mentionnées par Hell et Urech (1), et pour lesquelles ces chimistes ont proposé les formules

$$CS^2Br^4, \quad C^2Br^6S^3 \quad \text{et} \quad C^9Br^4S^4 + 2H^2O.$$

» Les combinaisons de ce genre sont du reste très peu connues. Elles peuvent être obtenues avec une extrême facilité à partir de TlCl, Br et CS^2. Je suis actuellement occupé à élucider leur histoire.

» *Action du brome sur le chlorure thalleux en présence de tétrachlorure de carbone.* — Même en présence d'un excès de brome, on n'arrive pas au chlorobromure thallique. Comme dans le cas de la bromuration en présence de chloroforme, il se forme le chlorobromure $Tl^3Cl^2Br^4$.

» Toutefois, si le tétrachlorure de carbone renferme de très petites quantités de sulfure de carbone, comme cela arrive fréquemment, la réaction se passe comme en présence de ce dernier solvant. On tend à la formation du bibromure (2).

» Il s'ensuit que les différents solvants se comportent ici absolument comme l'eau, exception faite, bien entendu, des solvants susceptibles d'entrer en réaction. Lorsqu'on emploie, en particulier, le sulfure de carbone, le chlorure thalleux se conduit comme un *porteur d'halogène*. C'est un fait connu depuis bien longtemps; mais, ce qui est digne de remarque et paraît résulter des expériences précédentes, étant donnée la formation du bibromure $TlBr^2$ et non celle du chlorobromure $Tl^3Cl^2Br^4$, c'est l'entrée en jeu dans la réaction du chlorure thalleux. Celui-ci est susceptible d'échanger complètement son chlore contre du brome.

» Il se rapproche ainsi du chlorure ferrique, qui permet, comme je l'ai démontré (3), même dans la série aromatique, d'effectuer la substitution du chlore au brome ou à l'iode.

» *Action du brome sur le chlorure thalleux par voie sèche.* — Si l'on opère par voie sèche, en faisant passer un courant de vapeurs de brome sur du chlorure thalleux, l'absorption se fait d'abord d'une façon très rapide, et devient de plus en plus lente. Que l'on opère à froid ou à chaud, le produit résultant est toujours le même; c'est le chlorobromure d'addition TlClBr (4).

---

(1) *Berichte*, t. XV, p. 990, et t. XVI, p. 1144.

(2) Analyse :

Trouvé...........	Br : 39,31	39,69	Cl : 2,13	2,10
Calculé...........	Br : 43,9			

(3) *Comptes rendus*, 18 juillet 1898.

(4) Analyse :

Trouvé...	Br (valeurs limites) : 25,50	24,86	Cl : 10,61	11,06
Calculé...	Br .... : 25,03		11,11	

» Pour préparer facilement ce nouveau composé, le mieux est d'opérer soit à froid, soit en tube scellé en présence d'un excès de brome, à température peu élevée (100°-120° par exemple).

» Si l'on opère à température de fusion du chlorure, la masse fondue n'absorbe le brome que très lentement, si bien que la saturation exige un temps considérable, surtout si l'on opère sur plusieurs grammes de matières (15gr à 20gr par exemple).

» Ce composé partage les propriétés des chlorure et bromure correspondants. Il est d'un jaune plus foncé que le chlorure. Comme lui, il fonce rapidement de couleur lorsqu'on le chauffe et reprend sa teinte primitive par refroidissement. L'eau le décompose rapidement avec formation de chlorobromure du type Tl^2X^3.

» *En résumé*, il est bien établi par cette Note que :

» 1° Le brome en excès réagit sur le chlorure thalleux, en présence de solvants non susceptibles d'entrer en réaction en donnant le chlorobromure $Tl^3Cl^2Br^4$.

» 2° En présence de solvants, tels que le sulfure de carbone susceptible de se combiner aux halogènes, le chlorure thalleux tend à se transformer en bibromure $TlBr^2$. La transformation est totale pour une quantité suffisante de brome.

» 3° Par voie sèche, on obtient des produits d'addition normaux du chlorure thalleux. En présence d'un excès de brome, c'est le chlorobromure TlClBr qui prend naissance.

» 4° Le déplacement apparent du chlore par le brome doit être attribué à la formation de composés intermédiaires peu stables susceptibles d'entrer ensuite en réaction avec le solvant.

» La production d'un chlorobromure thallique semble, par suite, ne devoir être tentée avec succès que par voie humide.

» L'étude de ces chlorobromures se poursuit régulièrement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Des réactions de l'acétylène avec le chlorure cuivreux dissous dans une solution neutre de chlorure de potassium.* Note de M. **R. Chavastelon.**

« Dans de précédentes Communications [1], j'ai décrit les combinaisons cristallisées que forme l'acétylène avec le chlorure cuivreux et le chlorure de potassium, au sein d'une solution acidulée avec de l'acide chlorhydrique.

[1] *Comptes rendus*, 4 juillet 1898, 11 et 25 juin 1900, 2 juillet 1900.

J'ai établi les relations existant entre ces derniers composés et celui, plus simple,

$$C^2H^2.Cu^2Cl^2.$$

» En étudiant l'action, sur les cristaux de chaque espèce, des solutions neutres de chlorure cuivreux dans le chlorure de potassium, à divers degrés de concentration, j'ai pu expliquer la fréquente apparition, au sein des solutions neutres soumises à l'action de l'acétylène, du composé violet pourpre

$$C^2H^2Cu^2Cl^2Cu^2O.$$

» 1° Une solution neutre et saturée de chlorure cuivreux dans le chlorure de potassium à 20 pour 100 transforme en cristaux de couleur jaune de chrome

$$C^2H^2[(Cu^2Cl^2)^2KCl]^2,$$

les cristaux incolores

$$C^2H^2.Cu^2Cl^2$$

et

$$C^2H^2(Cu^2Cl^2)^2KCl,$$

sans formation du composé violet pourpre.

» 2° La même solution, étendue de $\frac{2}{3}$ environ d'eau, peut encore dissoudre le composé jaune et ramener à l'état de composé jaune des cristaux de

$$C^2H^2(Cu^2Cl^2)^2KCl,$$

mais elle dissocie partiellement le composé

$$C^2H^2.Cu^2Cl^2.$$

» Le composé violet pourpre prend naissance et la liqueur devient acide. Or, si l'on soumet à l'action d'un courant d'acétylène, dont le débit est de 5^{lit} à l'heure, la solution saturée et neutre de chlorure cuivreux dans le chlorure de potassium et la même solution étendue de $\frac{2}{3}$ d'eau, en faisant varier seulement le degré d'agitation de la liqueur, on observe les phénomènes suivants :

» *Solution saturée.* — A. La liqueur est au repos; le tube abducteur de gaz débouche au-dessus du niveau du liquide et à une faible distance de la surface.

» Immédiatement apparaît le précipité violet pourpre, d'abord sur les parois encore mouillées par la solution, puis à la surface de la liqueur. Au bout de peu de temps il constitue une bouillie homogène.

» La liqueur renferme de l'acide chlorhydrique libre.

» B. Le tube abducteur débouche à 1^{cm} environ au-dessous de la surface du liquide et le passage du gaz provoque une certaine agitation de la liqueur.

» Le précipité violet pourpre apparaît encore sur les parois, hors du liquide, puis à la surface de la liqueur dans la zone la plus éloignée du centre d'agitation. En même temps, la liqueur, devenue acide, jaunit; le précipité violet pourpre n'augmente plus que faiblement et se trouve bientôt mélangé de cristaux jaunes.

» C. Tandis que barbote le gaz comme dans B, on agite latéralement, alternativement dans un sens et dans l'autre, de manière à renouveler constamment les points de contact du gaz et du liquide.

» Il n'y a pas formation de précipité violet pourpre, et au sein de la liqueur restée neutre, devenue rapidement jaune, se déposent des cristaux jaunes.

» *Solution étendue.* — Qu'elle soit agitée ou au repos, elle ne fournit que le composé violet pourpre.

» J'ajouterai qu'avec une telle solution le résultat reste le même avec un débit de gaz de 1^{lit} à l'heure.

» L'apparition du précipité violet pourpre sur les parois du vase et à la surface de la liqueur au repos résulte de la formation immédiate du composé le plus riche en acétylène

$$C^2H^2.Cu^2Cl^2$$

et de sa dissociation rapide.

» En effet, la couche mince de liquide dans laquelle il prend naissance au contact d'un excès d'acétylène est, par suite, dépouillée d'une partie du chlorure cuivreux dissous.

» Le liquide non renouvelé qui la constitue, appauvri en chlorure cuivreux, agit sur ce composé ainsi qu'une solution faible de chlorure cuivreux dans la même proportion de chlorure de potassium. La transformation

$$C^2H^2.Cu^2Cl^2 + 3Cu^2Cl^2 + 2KCl = C^2H^2[(Cu^2Cl^2)^2KCl]^2$$

ne peut avoir lieu, et la dissociation se produit comme au contact d'une solution de chlorure de potassium ou de l'eau pure d'après l'équation

$$(C^2H^2Cu^2Cl^2)^2 + H^2O = C^2H^2 + C^2H^2.Cu^2Cl^2, Cu^2O + 2HCl.$$

» La proportion d'acide chlorhydrique est insuffisante pour donner lieu, à la température ordinaire, à la réaction inverse et le précipité violet pourpre se dépose au fur et à mesure de sa formation.

» Les mêmes transformations ont lieu progressivement dans les tranches successives de la solution au repos.

» L'agitation a pour effet d'amener constamment au contact du premier composé formé une quantité suffisante de chlorure cuivreux et en même

temps de chlorure de potassium pour que, à leurs dépens, puisse se constituer immédiatement le composé jaune

$$C^2H^2[(Cu^2Cl^2)^2KCl]^2$$

stable dans ce milieu. Ce dernier absorbe à son tour de l'acétylène pour devenir

$$C^2H^2(Cu^2Cl^2)^2KCl.$$

» *En résumé,* l'action de l'acétylène sur une solution saturée et neutre de chlorure cuivreux dans le chlorure de potassium conduit à des résultats identiques, que cette solution soit acide ou neutre. Dans le cas d'une solution neutre, et quelle que soit la vitesse du courant gazeux, une agitation active est nécessaire. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du cobalt et du nickel par la voie électrolytique.* Note de M. **Dimitry Balachowsky**, présentée par M. Moissan.

« D'une façon générale, pour séparer ces deux métaux l'un de l'autre, il n'existe qu'une méthode purement chimique assez longue et assez délicate. Jusqu'à présent nous ne connaissions aucune méthode électrolytique pour obtenir cette séparation : nous n'avions même aucun principe nous permettant de concevoir par quelle voie nous pourrions y parvenir, à l'exception toutefois de cette remarque de Le Blanc que, à son avis, le procédé de l'*électrosténolyse* (1) pourrait être employé à isoler le cobalt en présence du nickel.

» On sait que toute la difficulté du problème tient à l'identité de la plupart des propriétés chimiques et physiques de ces deux métaux. Électriquement, dans toutes les méthodes, on dépose toujours le cobalt et le nickel sur la cathode, au moyen d'une solution alcaline et dans les mêmes conditions, par les mêmes voltage et ampérage (3^{volts} et 1^{amp} ND_{100}). Ce résultat se trouve, d'ailleurs, en parfait accord avec la théorie : car la différence de potentiel, qui est nécessaire pour déposer un métal (2)

$$\pi = \frac{RT}{n_e F} ln \frac{p}{P}.$$

(1) *Z. f. Electr. Chem.*, t. IV, p. 501 ; 1898.

(2) Le Blanc, Freudenberg, *Z. f. ph. Ch.*, t. XII; 1893. — Le Blanc, *Ibid.*, t. VIII, p. 299; 1891. — Bodlander, *Z. f. ph. Ch.*, t. XXVII, p. 56; 1898.

» Dans la formule précédente,

RT = les constantes des gaz (le travail osmotique);
n_e = valence; F = la quantité d'électricité;
p = la pression osmotique.

Ces valeurs sont identiques pour les deux métaux.

» Dans cette formule ([1]), il ne reste que P, pression de la solubilité, qui diffère un peu pour les deux métaux; mais cette différence est égale à $0^{atm},6$, ce qui donne une différence entre les deux potentiels, pour Co et Ni, de $0^{volt},1$.

» Par exemple : pour Co, dans $CoSO^4$,

$$\pi = 1^{volt},92; \quad \pi_{Ni} = 2^{volts},09; \quad \Delta\text{(différence)} = 0^{volt},17;$$

pour Co, dans $NiCl^2$,

$$\Delta = 0^{volt},03.$$

» Or comme, pendant l'électrolyse, on opère au début avec une solution d'une concentration de $\frac{1}{10}$ et pour déposer les dernières traces de métal on doit opérer à la fin avec une solution de 0,000001 (normale), on voit qu'il faut dans ce cas augmenter le voltage pour les métaux bi-équivalents en moyenne de $0^{volt},15$; et toute différence disparaît.

» *Méthode* (I). — Notre méthode de séparation électrolytique du nickel et du cobalt consiste dans l'emploi d'une solution acétique de ces deux métaux. A cette solution nous ajoutons pour $0^{gr},3$ du métal, 3^{gr} de sulfocyanate d'ammoniaque, 1^{gr} d'urée et 1^{cc} à 2^{cc} d'ammoniaque, pour neutraliser l'excès d'acide acétique, nous devons avoir au total 100^{cc} de liquide dans la capsule de Classen. Le *voltage* avec lequel nous opérons doit atteindre *au maximum un volt;* l'*ampérage* $0^{amp},8$ *pour* ND_{100} *minimum*, la température étant de 70° à 80°. Le temps nécessaire est de une heure et demie.

» Il faut absolument avoir de $0^{amp},8$ à 1^{amp} ND_{100}. Nous avons remarqué, en effet, qu'avec un petit ampérage (avec $0^{amp},4$ à $0^{amp},5$) nous obtenions la précipitation de Co avec Ni; et c'est seulement avec $0^{amp},8$ qu'on obtient la séparation de Co de Ni. Ainsi les plus petites quantités de Fe, Mn, Bi, entraînent avec elles une quantité notable de Co, d'où la nécessité d'une plus grande pureté des vases et des réactifs.

» Il nous a été donné d'observer ce rôle important de l'ampérage dans beaucoup de cas. Et nous pensons que c'est seulement avec $0^{amp},8$-1^{amp} que les ions Co restent dans un état de complexité tel qu'un courant de 1^{volt} ne peut les entraîner sur

([1]) Neumann, *Z. f. ph. Ch.*, t. XIX, p. 229; 1894.

l'électrode. En abaissant l'ampérage ($0^{amp},2$-$0^{amp},6$), même avec $0^{volt},8$, on obtient donc le dépôt du cobalt.

» En employant cette méthode on recueille sur la cathode, le nickel, qui contient le *soufre*, et nous pouvons même, en nous appuyant sur les résultats obtenus, conclure que Ni et Co se précipitent à l'état de sulfures : l'un, de nickel, sous le courant de 1^{volt}; l'autre, de cobalt, au-dessus de $1^{volt},2$. Nous poursuivons nos recherches afin d'obtenir des sulfures de nickel et de cobalt ayant une composition bien définie, ce qui, pensons-nous, permettra de déduire le poids atomique du cobalt et du nickel.

» Le nickel étant ainsi séparé à l'état de sulfure, nous le dépolarisons, ou bien nous le dissolvons dans 4^{cc} ou 5^{cc} d'acide azotique ; nous nous débarrassons du soufre par filtration, puis nous évaporons jusqu'à 100^{cc}, et nous neutralisons la solution avec de l'ammoniaque.

» Enfin, nous l'électrolysons par la méthode de M. Classen (1) (pour $0^{gr},4$ du métal, 4^{gr} à 5^{gr} d'oxalate d'ammonium; $0^{amp},8$ à 1^{amp} ND_{100}; 60° à 70°, $1^h,5$ à 2^h), ou par notre méthode, qui consiste à employer : pour $0^{gr},3$ du métal (cobalt ou nickel) dans une solution acétique et neutralisée par l'ammoniaque, 1^{gr} d'acide succinique et $1^{gr},5$ d'urée. On électrolyse dans les conditions suivantes : 70° à 80°; $3^{volts},5$; $0^{amp},8$ à 1^{amp} ND_{100}, en deux ou trois heures pour le cobalt et quatre heures pour le nickel. La réaction doit être toujours acidulée. Notre méthode est intéressante à ce point de vue qu'elle est la seule, de toutes celles que nous connaissons, qui donne le dépôt du cobalt et du nickel dans une solution acidulée; la possibilité d'une telle méthode avait été contestée par Fresenius et Bergmann (2).

» On évapore enfin au bain-marie la solution qui contient le *cobalt* après qu'on a précipité tout le nickel, en ajoutant 5^{cc} d'acide azotique; on évapore à 100^{cc}; on se débarrasse du soufre par filtration ; on neutralise avec du carbonate d'ammoniaque et l'on électrolyse soit d'après la méthode de M. Classen, soit d'après la nôtre.

» Nous avons commencé par doser par la méthode de Classen et la nôtre le poids de nickel et celui de cobalt contenus dans des solutions étendues titrées de ces sels.

» 10^{cc} d'acétate de chaque solution renfermaient : Ni, $0^{gr},3015$; Co, $0^{gr},2700$.

» Voici un Tableau de quelques-unes de nos analyses d'après notre

---

(1) Dr A. Classen, *Qualitative Analyse durch Electrolyse*, IV Auflage; 1897.

(2) *Z. f. an. Ch.*, t. XIX, p. 315.

méthode (I), c'est-à-dire : pour $0^{gr},3$ de nickel ou de cobalt en prenant 1^{gr} d'urée; 3^{gr} de sulfocyanate d'ammoniaque et $\frac{1}{2}$ centimètre cube d'ammoniaque; $V = 1^{volt}$; $0^{amp},8$-1^{amp} de ND_{100}; $t^{0} = 75^{o}$-80°.

	Quantités de sels prises.	Nickel et cobalt avec soufre.	Nickel et cobalt métal.	
	cc			
1°.	10 d'acétate de Ni.........	0,3650	0,3023	1°
	10 d'acétate de Co........	0,3127	0,2725	
2°.	10 d'acétate de Ni.........	0,3675	0,306	2°
	10 d'acétate de Co........	0,3100	0,272	
3°.	10 d'acétate de Ni...	0,3640	0,305	3°
	10 d'acétate de Co........	0,3152	0,275	
4°.	20 d'acétate de Ni........	0,7294	0,6014	4° (1)
	10 d'acétate de Co...... .	0,3217	0,2730	
5°.	10 d'acétate de Ni........	0,3742	0,3048	5°
	15 d'acétate de Co........	0,3190	0,2721	

» La méthode avec le sulfocyanure d'ammoniaque ci-dessus décrite nous a donné des résultats concordants, surtout pour la séparation du fer et du manganèse, séparation qui fera l'objet d'une de nos prochaines Communications. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude de l'action de contact sur les alcools secondaires et tertiaires.* Note de M. A. **Trillat**, présentée par M. Duclaux.

« Dans une Note antérieure ([2]), j'ai indiqué que, sous l'influence de l'action de contact d'une spirale de platine, les alcools primaires de la série grasse étaient partiellement transformés en aldéhydes correspondantes. Il était intéressant de savoir comment se comporteraient les alcools secondaires et tertiaires, et dans ce but je les ai soumis au même traitement avec le même appareil.

» J'ai opéré sur les alcools secondaires suivants : alcools *isopropylique, butylique, amylique* et *octylique*.

» *Alcool isopropylique :* $CH^3.CHOH.CH^3$. — L'alcool isopropylique du commerce contient souvent de l'acétone comme impureté : il doit faire l'objet d'une purification soignée. $37^{gr},5$ d'alcool ont pu être entraînés par un courant d'air sur la spirale

---

([1]) Temps employé, $2^h 5^m$.

([2]) *Comptes rendus*, 20 mai 1901.

de platine préalablement chauffée. Après quelques instants, on peut supprimer le chauffage; la spirale se maintient au rouge sombre sous l'influence de l'oxydation. Sur les 37gr,5 d'alcool, on a recueilli 25cc de liquide, le restant ayant été entraîné par l'aspiration. Ce liquide, neutre aux indicateurs, a fourni par addition d'éther et de bisulfite de sodium un abondant précipité cristallin d'où l'on a pu extraire de l'acétone diméthylique par la méthode habituelle. Le rendement a été de 16 pour 100; le restant du liquide était de l'alcool isopropylique non transformé.

» L'oxydation de l'alcool isopropylique par l'action de contact à chaud se fait avec une facilité égale à celle de l'alcool éthylique : c'est le meilleur exemple à signaler parmi les alcools secondaires.

» *Alcool butylique secondaire* : $CH^3CHOH.CH^2CH^3$. — L'alcool butylique employé ne donnait aucune trace de réduction avec les réactifs. On a opéré comme précédemment; les produits liquides condensés ont été rectifiés, puis traités à l'éther et au bisulfite de sodium. La combinaison bisulfitique non cristallisée a été décomposée par du carbonate de sodium. Par distillation, on a obtenu 2gr,5 d'un liquide qui a été caractérisé comme étant de la méthyléthylcétone :

$$CO\langle^{CH^3}_{C^2H^5}.$$

» *Alcool amylique secondaire* : $(C^2H^5)^2.CH.OH$. — L'alcool qui a servi aux essais a été préparé en faisant agir du zinc sur un mélange de formiate et d'iodure d'éthyle. Par oxydation, on a obtenu une très petite quantité de liquide qui a fourni les propriétés d'une cétone et non celles d'une aldéhyde. Oxydé par le bichromate de potasse, il a donné lieu à un dégagement d'acide acétique. Le peu de matière dont on disposait n'a pas permis de faire une identification plus complète.

» *Alcool octylique secondaire* (méthylhexylcarbinol) : $CH^3.CH.OH.C^6H^{13}$. — Étant donné le point d'ébullition élevé de cet alcool, l'entraînement de ses vapeurs s'est fait dans le voisinage de 100°. Les couches huileuses provenant des flacons condenseurs ont donné avec le bisulfite de sodium un précipité gélatineux soluble dans l'eau qui, chauffé en présence du carbonate de soude, a fourni un liquide distillant à 171°-172°, ne réduisant pas la solution d'argent ammoniacale. Traité par l'hydroxylamine, il a donné une oxime bouillant vers 221°. Le produit obtenu est donc bien la méthylhexylcétone :

$$CO\langle^{CH^3}_{C^6H^{13}},$$

et la fonction cétonique de l'alcool caprylique est démontrée une fois de plus.

» Pour étudier l'action de contact sur les *alcools tertiaires*, je me suis adressé à l'alcool butylique et à l'alcool amylique.

» Il était particulièrement intéressant de se rendre compte des résultats que pouvaient fournir ces alcools qui, théoriquement, par oxydation, ne peuvent pas donner naissance à l'aldéhyde correspondante. On sait, en effet, que dans ce cas le radical hydrocarboné le plus simple reste géné-

ralement uni au groupe COH pour former un acide, tandis que les autres groupes s'oxydent de leur côté. C'est ainsi que le diméthyléthylcarbinol donne de l'acide acétique et de l'acide carbonique. On peut donc prévoir aussi dans l'action de contact une désagrégation de la molécule.

» *Alcool butylique tertiaire* : $(CH^3)^3C.OH$. — Cet alcool est facilement entraînable. Après quelques minutes de passage sur la spirale de platine, on constate que celle-ci se maintient à l'état incandescent sous l'influence de l'action chimique. Ce fait est remarquable, car on se trouve en présence d'une réaction différente des précédentes. L'analyse des produits oxydés a porté sur la recherche des dérivés aldéhydiques et cétoniques, ainsi que sur celle des acides. L'acidité totale était à peine sensible; j'ai reconnu qu'il s'était formé des quantités notables d'acétone et d'une aldéhyde que j'ai facilement caractérisée comme étant l'aldéhyde formique, à l'exclusion d'autres aldéhydes de la série grasse. Pour me rendre compte de ce résultat j'ai oxydé de l'acétone par la spirale de platine, et j'ai obtenu de l'aldéhyde formique. Ce corps provient donc en partie de la transformation ultérieure de l'acétone et probablement aussi de l'oxydation directe du troisième groupement méthylique de l'alcool, suivant le schéma :

$$COH \begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \\ CH^3 \end{cases} + 2O = \begin{matrix} CH^3 \\ | \\ CO \\ | \\ CH^3 \end{matrix} + CH^2O + H^2O.$$

L'alcool *amylique tertiaire* (diméthyléthylcarbinol) $(CH^3)^2.C^2H^5.C.OH$ a donné des résultats tout à fait analogues : formation d'acétone et d'aldéhyde formique (¹).

» On voit donc, d'après ces expériences, que l'action de la spirale de platine se manifeste non seulement sur les alcools primaires, mais aussi sur les alcools secondaires et tertiaires, pour fournir soit des cétones seules, soit des cétones et de la formaldéhyde. Dans tous ces cas, la chaleur dégagée par la réaction chimique est suffisante pour maintenir la spirale de platine à l'état incandescent. »

BOTANIQUE. — *Sur l'organogénie florale des Disciflores.* Note de M. L. Beille, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Nos connaissances sur le développement de la fleur sont encore très imparfaites; il est nécessaire de reprendre la plupart des observations anté-

---

(¹) Ces résultats confirment ceux qui viennent d'être récemment publiés par MM. Mulliken, Brown et French (*Amer. Journ.*, t. XXV, p. 111).

rieures, d'utiliser dans ces recherches la dissection, sous la loupe, de fleurs très jeunes et la méthode des coupes sériées, et de décrire dans chaque cas l'évolution externe des organes floraux, la distribution des faisceaux vasculaires et l'histogenèse.

» Ces procédés de recherches appliqués aux Disciflores nous ont permis d'établir plusieurs faits généraux relatifs au développement floral et à l'importance de l'androcée pour la division systématique de ce groupe, où les botanistes modernes rangent, avec Drude, les classes des *Tricocceæ*, des *Terebenthineæ*, des *Æsculeæ* et des *Franguleæ*.

» Le bourgeon floral est constitué comme un point végétatif par trois couches superposées (dermatogène, périblème, plérome); il se différencie bientôt en deux portions dont la supérieure forme le réceptacle, l'inférieure le pédicelle; dans certains cas, l'accroissement de ce dernier s'effectue en deux périodes distinctes et la place du méristème qui a produit cet allongement secondaire est indiquée par un rétrécissement qu'on a appelé *articulation* (fleurs mâles des *Euphorbia*, *Ricinus*, fleurs hermaphrodites des *Evonymus* et des *Kœlreuteria*, etc.).

» Les sépales apparaissent les premiers et dans l'ordre successif; ils s'accroissent très vite et recouvrent bientôt tout le réceptacle floral, les autres verticilles se montrent d'autant plus tardivement qu'ils sont plus rapprochés du sommet et les pièces d'un même rang apparaissent toutes à la fois.

» Les sépales, les pétales et les feuilles carpellaires naissent de la même manière par l'accroissement et la division tangentielle des cellules d'une même file du périblème suivis de la multiplication des éléments les plus voisins; les cellules procambiales se différencient aux dépens de cette rangée axiale et à la base de ces appendices, elles se prolongent en dehors dans le mamelon nouvellement formé et vont rejoindre en dedans les faisceaux du pédicelle.

» L'androcée des Disciflores se présente sous les types isostémone, polystémone ou diplostémone; dans ce dernier cas, les étamines externes peuvent être placées devant les sépales (*eudiplostémones*); mais parfois elles sont en face des pétales, les fleurs ne semblent plus obéir à la loi de l'alternance, elles sont dites *obdiplostémones*.

» Les jeunes mamelons staminaux se forment surtout aux dépens du périblème; ils sont indiqués sur les coupes par des massifs en forme de V à sommet interne, dans lesquels les cellules s'allongent et se cloisonnent transversalement. Dans les fleurs obdiplostémones, les mamelons alternes avec les sépales sont doubles; ils renferment à la fois les éléments d'un pétale et d'une étamine; ces deux parties s'accroissent d'abord simultanément, puis elles se séparent et donnent deux organes distincts. Ce mode de formation, autrefois observé par Pfeiffer dans les Ampélidées, se retrouve dans les Rutacées, Diosmées, Zygophyllées, Aurantiées, Simarubées, Rhamnées et dans trois genres d'Euphorbiacées à fleurs pétalées (*Cluytia*, *Jatropha*, *Codiœum*). L'obdiplostémonie ne peut pas être envisagée comme une simple modification de la

diplostémonie; elle est caractérisée par l'origine et la position externe des étamines épipétales et par ce fait que, si des variations interviennent (dédoublement, avortement partiel ou total), elles affectent à la fois et de la même manière toutes les étamines d'un même rang. Dans la plupart des fleurs obdiplostémones, les carpelles sont épipétales, mais ils peuvent occuper une situation inverse.

» Dans les Disciflores eudiplostémones, les étamines externes sont épisépales, les autres apparaissent plus tard et dans leur intervalle; l'avortement se manifeste à la fois et indistinctement sur les étamines des deux groupes; dans ce cas la distribution des faisceaux vasculaires permet de retrouver la place des étamines disparues (Sapindacées, Acérinées, Hippocastanées).

» La formation du gynécée est semblable dans toutes les Disciflores, la position des placentas est très variable, mais l'axe ne dépasse pas le niveau d'insertion des feuilles carpellaires; dans les Euphorbiacées et les Rutacées, on trouve au centre de l'ovaire un prolongement (columelle) que Payer et Baillon croyaient axile, mais dont la nature appendiculaire est démontrée par la méthode anatomique et l'histogenèse.

» Quelles que soient sa forme et la position qu'il occupe sur le réceptacle floral, le disque naît toujours de la même manière, après la formation des verticilles floraux et à la suite de la division répétée des cellules sous-épidermiques. Ces renflements réceptaculaires sont constitués par des éléments cellulaires plus petits que tous les autres, à parois très minces, à contenu très granuleux et riche en matières sucrées; ils renferment parfois des laticifères (*Codiœum*) ou des faisceaux fibro-vasculaires localisés à leur base et incomplètement différenciés; les réserves sucrées de la fleur qui peuvent, ainsi que l'a démontré M. G. Bonnier, se localiser dans tous les organes appendiculaires, s'accumulent surtout dans ces émergences.

» Le mode de développement et la disposition de l'androcée permettent de distinguer trois séries principales dans les Disciflores :

» 1° Les Euphorbiacées, où l'on trouve des genres à androcée isostémone, diplostémone, polystémone et des genres où l'obdiplostémonie est déjà bien indiquée;

» 2° Les *Disciflores obdiplostémones*, où le type complet se trouve réalisé dans les Rutacées, Diosmées, Zygophyllées, Aurantiées, Anacardiées, et qui se simplifient par la disparition de l'un des deux verticilles dans les Rhamnées, Ampélidées, Célastrinées, Staphyléacées, Ilicinées;

» 3° Les *Disciflores eudiplostémones*, dont le type complet se retrouve dans les Méliacées et les Coriariées, et dont les types, simplifiés par avortement, sont représentés par les Sapindacées, Hippocastanées, Acérinées, etc.

» Cette classification correspond à peu près à celles que Drude et Radkofer ont établies d'après les caractères floraux seuls ou d'après l'ensemble des caractères floraux et des caractères végétatifs. »

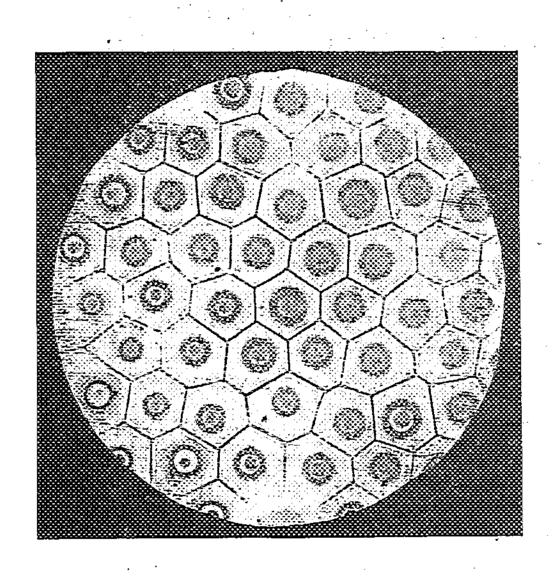
PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Diffusion dans la gélatine.* Note de M. S. Leduc, présentée par M. d'Arsonval.

« Les gouttes de liquide déposées sur une couche gélatineuse répandue sur une plaque de verre diffusent régulièrement.

» La vitesse de diffusion diminue rapidement lorsque augmente la concentration de la solution de gélatine, ce qui infirme l'opinion que la diffusion se fait dans les substances gélatineuses comme dans l'eau pure.

» Lorsqu'on fait diffuser, près les unes des autres, des gouttes symétriquement placées de liquides précipitant au contact, on obtient, tracées par les lignes de contact, des figures géométriques.

» Par des centres de diffusion multiples, on peut reproduire les formes



Cellules produites par la diffusion d'une solution de ferrocyanure de potassium dans la gélatine.

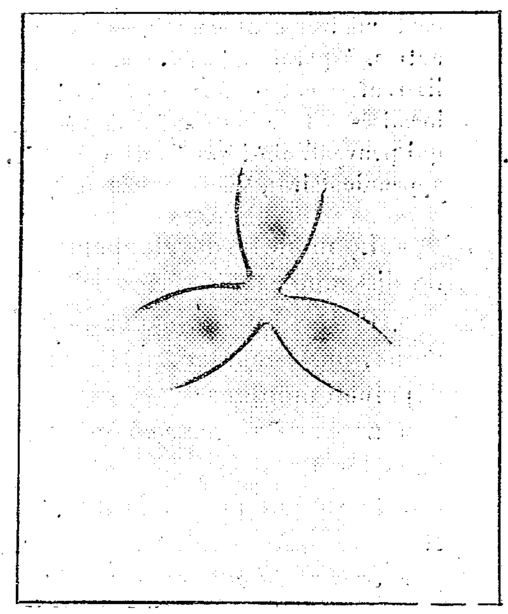


Figure résultant de la diffusion de gouttes de solutions de sulfate de cuivre et de ferrocyanure de potassium.

des cellules des tissus vivants, avec la membrane d'enveloppe polyédrique, le plasma intérieur et le noyau. Il n'est nullement nécessaire d'employer à cet effet des solutions différentes. Les gouttes d'une même solution (ferrocyanure de potassium), lorsqu'elles se rencontrent avec une tension osmotique convenable, ne se pénètrent point, mais forment des cellules

polyédriques régulières, accolées les unes aux autres par leurs membranes d'enveloppe, contenant un plasma séparé de la membrane, et un noyau formé par la goutte, centre de diffusion.

» La différenciation d'où résultent les cellules produites avec une même solution paraît attribuable aux différences de vitesse des ions. Le procédé semble donner la démonstration directe de l'indépendance des ions dans la diffusion. Une goutte de sulfate de cuivre laisse au centre une tache jaune de cuivre métallique, entourée d'une couronne translucide, probablement de gélatine modifiée par le radical acide. Une goutte de solution de chlorure de calcium sur de la gélatine colorée par une solution alcaline de phtaléine du phénol forme un cercle avec augmentation de la coloration attribuable à l'ion calcium, entouré d'une couronne décolorée par l'ion chlore.

» Le diamètre des gouttes d'un même liquide, diffusées dans des temps égaux, varie comme la concentration de la solution. Les lignes de rencontre des gouttes diffusées sont droites lorsque les solutions sont isotoniques; elles sont d'autant plus courbes que la différence de tension osmotique des liquides est plus grande. La convexité se trouve du côté de la solution hypertonique, la concavité du côté du liquide hypotonique.

» Une solution de ferrocyanure de potassium, diffusant dans de la gélatine contenant une très petite quantité de sulfate de fer, donne des anneaux concentriques, alternativement bleus et transparents, visibles à la loupe et même à l'œil nu. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence de l'oxyde de carbone dans le sang du nouveau-né*. Note de M. **Maurice Nicloux**, présentée par M. Armand Gautier.

« Le fait que le sang des animaux de laboratoire contient des gaz combustibles, de l'hydrogène en particulier, a été démontré, il y a déjà plusieurs années, par M. Gréhant (1).

» A la suite d'un travail que nous avons publié en collaboration, M. Desgrez et moi, sur la décomposition partielle du chloroforme dans

(1) N. Gréhant, *Les gaz du sang*, p. 119. (*Encyclopédie des Aide-Mémoire* de Léauté.)

l'organisme avec production d'oxyde de carbone (1), M. de Saint-Martin (2), reprenant nos expériences, confirmait la présence de l'oxyde de carbone dans le sang des animaux anesthésiés et le signalait, en outre, dans les gaz extraits du sang de chien normal (3). A cette époque, cet auteur émettait l'hypothèse que ce gaz ne préexiste pas dans le sang, mais qu'il provient de l'action de l'acide organique employé pour l'extraction (acide tartrique) sur une substance organique contenue dans le sang.

» Tel ne fut pas notre avis, pour les raisons toutes théoriques, il est vrai, que nous avons développées dans nos publications (4), et sans formuler aucune hypothèse sur son origine, nous avons été conduits à admettre l'existence normale de l'oxyde de carbone dans le sang des chiens vivant à Paris.

» D'ailleurs, postérieurement et après de nouvelles expériences, M. de Saint-Martin (5) abandonnait son hypothèse de l'action des réactifs sur le sang.

» Enfin, pour compléter ce rapide exposé, dans deux Communications faites à l'Académie des Sciences (6) j'ai donné, d'après une moyenne de dix-sept dosages d'oxyde de carbone dans le sang de chien vivant à Paris, le chiffre de $0^{cc},145$ pour 100^{cc} de sang, et d'une série d'expériences, qui toutefois ne tranchent pas la question d'une façon définitive, j'ai cru pou-

---

(1) A. Desgrez et M. Nicloux, *Sur la décomposition du chloroforme dans l'organisme* (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 973; 1897).

(2) L. de Saint-Martin, *Les inhalations de chloroforme déterminent-elles la production d'oxyde de carbone dans le sang?* (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 533; 1898).

(3) Cela ne peut infirmer en rien le fait de la décomposition partielle du chloroforme dans l'organisme avec production d'oxyde de carbone; car, au moment de l'anesthésie, la proportion de ce gaz dans le sang est deux, trois, quatre et même cinq fois ce qu'elle est dans le sang normal.

(4) A. Desgrez et M. Nicloux, *Recherches sur un mode de décomposition partielle du chloroforme dans l'organisme* (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 758; 1898; *Archives de Physiologie*, 5e série, t. X, p. 377-385; 1898).

(5) L. de Saint-Martin, *Sur le dosage de petites quantités d'oxyde de carbone dans l'air et dans le sang normal* (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1036; 1898).

(6) *Sur l'oxyde de carbone contenu normalement dans le sang* (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1526; 1898). — *Influence de l'asphyxie sur la teneur du sang en oxyde de carbone. Production d'oxyde de carbone dans l'organisme* (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1595; 1898, et *Archives de Physiologie*, 5e série, t. X, p. 434-443; 1898).

voir conclure que l'oxyde de carbone peut être considéré comme un produit élaboré normalement dans l'organisme.

» Les recherches que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie sont la continuation des travaux précédents; elles n'apportent pas encore la solution définitive de la question de savoir si le gaz oxyde de carbone provient de l'air (on sait que M. Armand Gautier a signalé, dans celui de Paris, une trace d'oxyde de carbone), ou bien si l'on doit considérer ce gaz comme un produit normal de l'organisme. Mais ces recherches démontrent un fait intéressant, à savoir : la présence constante de l'oxyde de carbone dans le sang des nouveau-nés, à Paris.

» Pour le démontrer, au moment de la naissance, on sectionne le cordon; il s'écoule un certain volume de sang fœtal, lequel est immédiatement défibriné. Les gaz du sang (20^{cc} au minimum) sont extraits dans le vide par la pompe à mercure en présence d'acide phosphorique en volume égal à celui du sang. Le résidu, après absorption de l'acide carbonique, est additionné de 200^{cc} d'air et mis à circuler dans mon petit appareil à acide iodique ([1]). L'oxyde de carbone réduit l'acide iodique, l'iode est dégagé, recueilli dans une lessive alcaline et dosé ([2]).

» Dix dosages d'oxyde de carbone dans le sang de nouveau-nés, à Paris ([3]), clinique Tarnier, rue d'Assas, m'ont donné les résultats suivants. Pour 100^{cc} de sang : $CO = 0^{cc},10$; $0^{cc},12$; $0^{cc},13$; $0^{cc},11$; $0^{cc},14$; $0^{cc},08$; $0^{cc},10$; $0^{cc},10$; $0^{cc},11$; $0^{cc},13$, dont la moyenne est $0^{cc},11$.

» Nous venons d'admettre implicitement que le gaz extrait du sang dans le vide, gaz réduisant l'acide iodique à la température de 150° est de l'oxyde de carbone. Ceci est parfaitement légitime, car ni l'hydrogène ni le méthane, seuls autres gaz combustibles signalés jusqu'ici dans le sang, ne provoquent la réduction de l'acide iodique. Toutefois, j'ai pensé qu'il était utile d'en faire la démonstration complète, afin de lever toute espèce de doute à ce sujet. J'ai opéré ainsi qu'il suit :

» Les gaz furent extraits de 495^{cc} de sang fœtal. L'acide carbonique fut absorbé par

---

([1]) Je rappelle encore que c'est M. Armand Gautier qui, le premier, appliqua la réaction de l'oxyde de carbone sur l'acide iodique au dosage de ce gaz dans l'air.

([2]) Voir tous les détails du dosage dans mon Mémoire : *Dosage de petites quantités d'oxyde de carbone dans l'air* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XIV, p. 565-574; 1898) et le dessin de l'appareil dans les *Archives de Physiologie*, 5e série, t. X, p. 382; 1898).

([3]) Je ne saurais trop remercier ici M. le professeur Budin de la bienveillance avec laquelle il a mis son service à ma disposition.

la potasse, l'oxygène par l'hydrosulfite de soude [1]. Du résidu final occupant un volume de $15^{cc},15$ on préleva $1^{cc},15$ pour lequel la quantité de gaz réduisant l'acide iodique comptée comme oxyde de carbone est de $0^{cc},037$. Les 14^{cc} restants furent agités pendant cinq minutes avec 6^{cc} de sang réduit [2] obtenu par l'action du vide à 40°. Le volume devint $13^{cc},5$. Ces $13^{cc},5$ remis à circuler dans mon appareil donnèrent une quantité d'iode infinitésimale. Quant aux 6^{cc} de sang, traités par le vide et l'acide phosphorique, ils fournirent un gaz réduisant l'acide iodique; la quantité d'iode mise en liberté était abondante, elle correspondait à $0^{cc},48$ d'oxyde de carbone à 0° et à 760, soit pour les $15^{cc},15$ provenant de 495^{cc} de sang : $0^{cc},52$.

» Ainsi donc le gaz extrait du sang dans les conditions précédentes :

» 1° Réduit l'acide iodique;

» 2° Est absorbable totalement par l'hémoglobine;

» 3° Dégagé de sa combinaison avec l'hémoglobine par le vide et l'acide phosphorique, il fournit de nouveau un gaz réduisant l'acide iodique.

» Ces réactions caractérisent l'oxyde de carbone et la quantité de ce gaz, tout calcul fait, correspond à $0^{cc},105$ pour 100^{cc} de sang.

» C'est l'identité presque absolue avec le chiffre moyen obtenu plus haut par analyse directe.

» *Conclusions.* — Le gaz oxyde de carbone se rencontre, à Paris, dans le sang des nouveau-nés.

» Sa quantité est en moyenne de $0^{cc},11$ pour 100^{cc} de sang. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une différenciation biochimique des deux principaux ferments du vinaigre.* Note de MM. **Gab. Bertrand** et **R. Sazerac**, présentée par M. Duclaux.

« Tandis qu'au temps où Pasteur étudiait la fabrication du vinaigre on ne connaissait guère qu'une seule espèce de microbe capable de transformer l'alcool en acide acétique, aujourd'hui, grâce aux recherches de Hansen, de Brown, de Henneberg, de Beijerinck, etc., il est hors de doute qu'il existe plusieurs espèces de ferments acétiques.

» Malheureusement les recherches publiées sur ces petits êtres n'ont

---

[1] L'absorption de l'oxygène par le pyrogallate de potasse détermine une production d'oxyde de carbone dont la proportion est loin d'être négligeable. [Voir Berthelot (M.), *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 1066-1072.]

[2] J'ai eu le soin de vérifier que ce petit volume de sang fœtal n'apporte avec lui qu'une trace infinitésimale d'oxyde de carbone, $0^{cc},006$ environ.

pas été conduites suivant un plan unique, et l'on se trouve dans l'impossibilité de classer sûrement les espèces décrites. La bactérie du sorbose, étudiée par l'un de nous, se confond sans doute avec le *Bacterium xylinum* de Brown (¹); mais où ranger, par exemple, le ferment gluconique de Boutroux, la bactérie acétifiante signalée par Duclaux? Ces deux microbes représentent-ils des espèces particulières, ou doit-on les rattacher à quelques-unes des formes décrites par les auteurs énumérés plus haut?

Ces questions, et d'autres analogues que l'on pourrait aisément se poser, sont d'autant plus difficiles à résoudre que l'on connaît à peine les fonctions physiologiques des microbes acétifiants, et, d'autre part, que ces êtres présentent, comme il ressort de diverses observations, notamment de celles publiées par Wermischeff (²), la plus grande variabilité d'aspect suivant les cultures.

Aussi croyons-nous intéressant de signaler un caractère différentiel particulièrement net que nous avons eu l'occasion d'observer en comparant entre elles, au point de vue physiologique, deux espèces de ferments acétiques bien connues chez nous : le mycoderme du vinaigre, ou *Mycoderma aceti* Pasteur, employé jusqu'ici d'une manière à peu près exclusive par les industriels, et la bactérie du sorbose, ou *Bacterium xylinum* Brown (³), utilisée dans les ménages sous le nom de *mère du vinaigre*.

» La *première espèce* est le ferment type étudié par Pasteur. Nous en avons examiné deux races, provenant l'une d'une fabrique d'Orléans, l'autre d'une fabrique de Paris.

» Dans les deux cas, des copeaux, récoltés avec toutes les précautions nécessaires, ont été transportés au laboratoire en flacons stérilisés. Là, à l'aide d'un mélange convenable de vin, de vinaigre et d'eau, filtré à la bougie Chamberland, on a procédé à plusieurs séries de culture, d'après la méthode des gouttes fractionnées. Et, pour être tout à fait sûr d'avoir affaire, chaque fois, à une espèce unique, on a préparé, avec ces cultures purifiées, des plaques de gélatine à l'alcool. Les semences étaient alors extraites de colonies isolées et mises de nouveau en culture dans le mélange de vin et de vinaigre. Le milieu, dit *minéral*, de Pasteur, se prête très bien aussi au développement de ces microbes.

» Les deux races de mycoderme acétique que nous avons ainsi obtenues diffèrent

---

(¹) GAB. BERTRAND, *Bulletin des Sciences pharmacologiques*, t. I, p. 257; 1900.

(²) *Annales de l'Institut Pasteur*, p. 213; 1893.

(³) En 1886, Brown (*Journ. of the chemic. Soc.*, 1886) a isolé de la bière une espèce de ferment acétique qu'il a étudié sous le nom de *Bacterium aceti* Hansen. D'après Beijerinck (*Centralbl. f. Bakt.*, t. IV, 2ᵉ partie, p. 211; 1898), ce ferment ne serait pas le véritable *Mycoderma aceti*, mais une variété de *Bacterium rancens* Beij.

très peu l'une de l'autre; celle d'Orléans est seulement un peu plus active. Ainsi, on a ensemencé avec chacune d'elles des matras coniques renfermant 50^{cc} de bouillon de levure à 0,5 pour 100 d'extrait et environ $2^{cc},5$ d'alcool. A la température de 28°, l'épaisseur du liquide étant de 1^{cm} environ, on a trouvé, en acide acétique :

	Après six jours.	Après dix jours.	Après dix-sept jours.
Avec le microbe d'Orléans	$1^{gr},53$	$2^{gr},81$	$2^{gr},45$
» » de Paris.........	$1^{gr},43$	$2^{gr},35$	$2^{gr},52$

» La *seconde espèce*, la bactérie du sorbose, provenait d'une culture spontanée sur jus de sorbier, isolée en 1896, et entretenue depuis avec soin. Nous rappellerons que cette espèce jouit, en dehors de son pouvoir acétifiant, de la propriété très remarquable de transformer la glycérine en un sucre particulier, réduisant à froid la liqueur de Fehling, sucre qui n'est autre chose que la dioxyacétone ou propanediolone. Il suffit d'ensemencer cette bactérie sur un liquide nutritif (eau de levure, bouillon peptoné, etc.) additionné de glycérine pour obtenir, déjà après deux à trois jours, un liquide précipitant le réactif cupro-alcalin en vert, puis en jaune, en jaune orangé et finalement en rouge, et ceci en l'espace de quelques secondes, quelques minutes tout au plus. Ce dernier cas se présente quand l'action du microbe est peu avancée et, par suite, la quantité de dioxyacétone peu abondante.

» Avec le *Mycoderma aceti*, au contraire, aucune trace de corps réducteur n'apparaît aux dépens de la glycérine. L'expérience a été faite de la manière suivante : une trentaine de matras coniques, d'environ 250^{cc} de capacité, ont reçu 50^{cc} de bouillon de levure à 0,5 pour 100 d'extrait, bouillon auquel on avait ajouté deux centièmes et demi environ de glycérine pure. Après stérilisation, une partie des matras a été ensemencée avec le microbe d'Orléans, une autre avec celui de Paris; enfin, quelques matras ont été conservés comme témoins.

» On a examiné, d'abord tous les jours, à la fin toutes les semaines, le contenu de ces matras, laissés dans une étuve à + 28°. L'acidité, très faible au début (1), a disparu peu à peu; jamais, même après deux et trois mois d'attente, le liquide de culture n'a présenté la moindre action sur le réactif cupro-potassique.

» L'expérience, reproduite deux fois, avec de nouveaux bouillons de levure, a toujours donné le même résultat. Dans l'une d'elles on a comparé quantitativement la composition du liquide de culture au commencement et à la fin. On a trouvé :

	Acidité		Extrait total	Glycérine (2)
	11 mars (début)	24 mai (fin)	24 mai	24 mai
Avec le mycod. d'Orléans......	0,02	nulle	$1^{gr},60$	$1^{gr},34$
» » de Paris.......	»	»	$1^{gr},60$	$1^{gr},33$
Dans le bouillon témoin.......	»	0,02	$1^{gr},67$	$1^{gr},63$

(1) Le bouillon de levure avait été clarifié au blanc d'œuf avec addition d'une petite quantité d'acide acétique, nécessaire à la coagulation.

(2) Dans les dosages d'extrait total et de glycérine, il faut tenir compte de ce que la glycérine, simplement desséchée dans le vide sur l'acide sulfurique, retenait environ 15 pour 100 d'eau. Ici, la correction n'a pas été faite.

» Ainsi, tandis que la bactérie du sorbose oxyde rapidement la glycérine et la transforme en dioxyacétone, le mycoderme du vinaigre attaque à peine cette substance sans donner, d'ailleurs, d'autres produits que ceux qui correspondent à une combustion complète.

» En dehors de leur intérêt théorique, nous pensons que ces faits sont susceptibles de quelques applications. Nous avons l'intention de les étendre à la diagnose des ferments acétiques en général (¹) et, prochainement, nous les utiliserons à propos de la composition et de l'analyse de certains vinaigres. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les courants électrotoniques extrapolaires dans les nerfs sans myéline.* Note de M. **Mendelssohn**, présentée par M. d'Arsonval.

« Les données relatives à l'électrotonus du nerf sans myéline sont encore peu nombreuses et pour la plupart contradictoires. On est plus ou moins d'accord sur les modifications électrotoniques de l'excitabilité dans un nerf amyélinique, mais la question des phénomènes électromoteurs extrapolaires produits par le passage d'un courant constant à travers ce nerf est encore très controversée. D'après Biedermann, le nerf amyélinique ne présente que la phase anélectrotonique. Les recherches de Bornthau semblent plutôt plaider en faveur d'une analogie complète entre l'électrotonus d'un nerf à myéline et celui d'un nerf sans myéline. Enfin V. Netkuhl nie toute existence des phénomènes électromoteurs extrapolaires dans un nerf dépourvu de myéline.

» Vu la divergence d'opinions de ces trois expérimentateurs (et ce sont les seuls qui se sont occupés du sujet en question) et vu le grand intérêt que l'étude des manifestations électrotoniques extrapolaires du nerf sans myéline présente pour la théorie de l'électrotonus et par conséquent pour la théorie du processus de l'excitation des nerfs en général, j'ai

(¹) Le *Bacterium rancens* Beij., d'après des recherches de Brown (*loc. cit.*), oxyde complètement la glycérine. Les *Bacterium Pasteurianum* Hansen et *Kützingianum* Hansen, d'après celles de Seifert (*Centralbl. f. Bakt.*, t. III, 2ᵉ partie; 1897), au contraire, n'auraient aucune action sur cet alcool. Aucun de ces auteurs n'a recherché si, à un moment quelconque, il y avait de la dioxyacétone dans les cultures. Cette substance, dont la production biochimique n'était d'ailleurs pas encore connue, aurait très bien pu apparaître comme produit intermédiaire dans les expériences de Brown, être dosée comme glycérine dans celles de Seifert.

cru utile de reprendre cette question et de l'étudier sur un grand nombre des nerfs sans myéline chez différents animaux invertébrés et particulièrement chez les Mollusques (Céphalopodes, Gastéropodes, Acéphales) et chez quelques Crustacés. La station zoologique d'Arcachon, où ces recherches ont été effectuées, présente, par le riche matériel que l'on y trouve, des conditions particulièrement favorables à ce genre d'expériences.

» La disposition de l'expérience fut celle qui est généralement usitée dans les recherches sur l'électrotonus. Un galvanomètre de Thompson très sensible servait de révélateur des courants recueillis sur le nerf au moyen des tubes dérivateurs impolarisables de du Bois-Reymond; quatre à six éléments de Daniell de dimension moyenne fournissaient le courant polarisateur pour le nerf en expérience. Les deux points de la surface longitudinale du nerf dérivés au galvanomètre étaient toujours autant que possible équipotentiels ou présentaient peut-être une très faible différence de potentiel qui ne produisait pas du reste de déviation de l'aiguille galvanométrique avant la fermeture du courant polarisateur.

» Il résulte de mes recherches que le passage d'un courant polarisateur à travers un nerf sans myéline produit, dans les parties extrapolaires de ce nerf, des phénomènes électromoteurs dont la quantité et la qualité varient chez les différents animaux et dans les différents nerfs chez le même animal. Dans la majorité des cas, les nerfs sans myéline volumineux présentent des courants électrotoniques aussi bien dans la zone anodique que dans la zone cathodique, mais les courants anélectrotoniques sont toujours beaucoup plus prononcés que les courants catélectrotoniques, et la fraction $\frac{A}{c}$, qui exprime ce rapport, est, d'une manière générale, beaucoup plus grande dans les nerfs sans myéline que dans les nerfs à myéline.

» Dans certains nerfs, pour la plupart très minces, la phase catélectrotonique peut faire complètement défaut; les courants anélectrotoniques constituent alors la seule manifestation de l'électrotonus, ils occupent toute la zone anodique et s'étendent souvent jusqu'à la proximité presque immédiate de la zone cathodique. Dans aucun cas je n'ai observé l'absence complète des phénomènes électrotoniques extrapolaires dans un nerf sans myéline. Il existe donc à cet égard une grande analogie entre le nerf myélinique et le nerf amyélinique. La différence entre ces deux espèces de nerfs consiste exclusivement dans la répartition polaire de deux phases électrotoniques. La phase anélectrotonique est plus grande et la phase catélectrotonique plus petite dans un nerf sans myéline.

» L'intensité des courants électrotoniques et surtout celle des courants anélectrotoniques dans un nerf dépourvu de myéline varie suivant la force du courant polarisateur, la longueur de la partie intrapolaire du nerf parcouru par le courant polarisateur et la longueur du trajet compris entre la partie polarisée et les points du nerf dérivés. Sous ce rapport l'analogie entre le nerf à myéline et le nerf sans myéline est complète.

» Pour ce qui concerne les *effets consécutifs* qui précèdent d'ordinaire la disposition de l'électrotonus après l'ouverture du courant polarisateur, je ne les ai observés dans un nerf sans myéline que dans sa partie anodique. Les courants anélectrotoniques changent de direction avant de disparaître, tandis que les courants catélectrotoniques disparaissent plus vite sans inversion préalable de leur sens. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le temps de réaction suivant les races ou les conditions sociales.* Note de M. **Louis Lapicque**, présentée par M. Alfred Giard.

« Lors du voyage que j'ai fait sur le yacht *Sémiramis* (à Mme Jules Lebaudy), en 1893, je m'étais proposé de déterminer le temps de réaction sur des races d'hommes diverses. J'avais emporté dans ce but le chronographe de d'Arsonval.

» Ces expériences exigent des conditions qui ne sont pas facilement réalisées en voyage. En fait, je n'ai pu prendre des temps de réaction sur des populations exotiques qu'aux îles Andaman.

» Les indigènes appartiennent à la race des Négritos, race qui est considérée comme une des plus anciennes du globe; les Andamanais en représentent le type pur et sont restés dans l'état de civilisation le plus primitif; ce sont des *sauvages* typiques.

» Depuis un demi-siècle, on a établi dans cet archipel un pénitencier pour l'empire des Indes; les naturels ont été soigneusement protégés par l'administration anglaise. Une petite tribu s'est trouvée enclavée dans le pénitencier, à Haddo, près de Port-Blair; elle a conservé ses mœurs, mais ne s'effarouche plus à l'approche du blanc; ces sauvages sont dans la situation de chevreuils familiers dans un parc. J'ai pu ainsi opérer sur eux dans de bonnes conditions.

» J'ai profité aussi du pénitencier et de la bienveillance des autorités anglaises pour examiner quelques Hindous. Je n'ai pas besoin d'insister sur la notion de race assez confuse que représente ce mot. Pour des raisons de commodité, et sans penser alors que cela pût avoir une importance, j'ai opéré sur des convicts qui étaient à l'hôpital pour des affections chirurgicales légères, entorse ou ulcères des jambes, par exemple.

» Enfin, pour avoir un terme de comparaison directe, éliminant à la fois l'influence du climat et la tare instrumentale, j'ai pris également le temps de divers Européens, fonctionnaires anglais et leurs femmes, qui voulurent bien se prêter à l'expérience.

» Voici les résultats numériques pour ces trois catégories de sujets; chaque chiffre représente en centièmes de seconde la moyenne d'un sujet [1].

	Andamanais.			
	Hommes.	Femmes.	Hindous.	Européens.
	s	s	s	s
	0,22	0,18	0,24	0,14
	0,15	0,22	0,19	0,15
	0,20	0,20	0,21	0,16
	0,14	0,18	0,23	0,15
	0,20	0,18	0,20	0,15
	0,27	0,22	0,25	0,14
	0,17	0,18	0,22	0,14
	0,19	0,20	»	0,14
	0,19	0,18	»	0,17
Moyenne.	0,19	0,19	0,22	0,15

» C'est-à-dire que les Négritos mettent à répondre, en moyenne, $\frac{4}{100}$ de seconde de plus que les Européens, et les Hindous, $\frac{3}{100}$ encore de plus.

» Ces écarts sont notables; les séries ne sont pas très nombreuses, mais l'examen détaillé des chiffres confirme la valeur des moyennes, car dans chaque série les écarts individuels sont faibles; seule, la série des hommes andamanais présente des chiffres individuels très divergents; mais la moyenne de cette série est contrôlée par la série des femmes de la même race, qui donne la même moyenne au millième près.

» On est ainsi porté à voir dans ces différences un caractère ethnique.

» Mais alors il est difficile de comprendre comment les Négritos peuvent se placer entre les Hindous et les Européens.

» La moyenne de 0,15 trouvée pour les Européens concorde avec les valeurs généralement observées dans les très nombreuses expériences qui ont été faites en Europe; mais tous les chiffres d'Européens se rapportent à des sujets des classes cultivées. J'ai voulu voir ce qu'est le temps de réaction dans d'autres classes sociales.

» 3 ouvrières parisiennes donnèrent les valeurs suivantes : 0,18, 0,16, 0,18. Moyenne, 0,17 fort.

---

(1) Tous les chiffres de la présente Note se rapportent à la réaction simple, l'excitation consistant en une excitation tactile de la main gauche, réponse par la main droite.

J'ai pris sur tous ces sujets des temps de réaction avec choix; les résultats donnent lieu aux mêmes observations que la réaction simple.

» 5 étudiants, examinés comme expérience de contrôle, donnèrent : 0,15, 0,16, 0,13, 0,16, 0,15. Soit encore la moyenne de 0,15.

» Enfin je crus trouver un bon matériel d'études pour déterminer le temps de réaction du peuple de Paris, en allant faire des expériences dans les chauffoirs installés par la municipalité ; la clientèle de ces établissements se composait en effet pour la plus grande part d'ouvriers sans travail. 12 sujets, choisis comme exempts des causes d'erreur suivantes : maladie, inanition, fatigue, alcoolisme, et tous ouvriers en chômage, donnèrent les moyennes suivantes : 0,23, 0,21, 0,20, 0,18, 0,18, 0,19, 0,19, 0,13, 0,18, 0,18, 0,15. Soit comme moyenne générale, 0,18 fort.

» Ainsi, il y aurait un écart de $\frac{3}{100}$ entre la classe cultivée et les travailleurs manuels ; le peuple de Paris serait à ce point de vue très voisin des Négritos ; et plusieurs Parisiens observés dans les chauffoirs donnent un chiffre du même ordre que les convicts hindous de l'hôpital de Port-Blair.

» Sous l'empire de cette conception *a priori*, que la rapidité de réaction devait traduire la supériorité de l'organisation nerveuse (conception conforme, je pense, aux idées courantes), ces résultats me parurent inintelligibles, et j'abandonnai ces recherches.

» Aujourd'hui, à la suite d'études toutes différentes sur l'évolution du système nerveux, je suis arrivé à me rendre compte clairement que le temps de réaction ne peut pas être conditionné par un facteur proprement anthropologique, tel que le développement plus ou moins considérable de l'encéphale. Le perfectionnement de l'organe permet des processus de plus en plus complexes, qui exigent des temps de plus en plus longs pour s'accomplir ; mais il n'y a aucune raison pour que le temps des processus simples (tels que la réaction simple ou la réaction avec choix) en soit modifié. Un animal quelconque, une grenouille, si l'on veut, réagira aussi vite, peut-être plus vite qu'un homme, par exemple, à un bruit signalant une proie ou un ennemi. Ce qui fait varier le temps de réaction, c'est l'état fonctionnel, dynamique, du système nerveux, état variable, comme on sait, suivant l'ensemble des conditions biologiques.

» La question, telle que je me l'étais posée, à savoir l'influence de la race sur le temps de réaction, est donc illusoire.

» Néanmoins, l'expérience donne pour des groupes ethniques divers des valeurs différentes : ce qui s'explique très bien si l'on songe que les individus de chacun de ces groupes sont soumis à des conditions plus ou moins semblables. Et il ne reste rien de paradoxal dans les résultats que je viens d'exposer. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence des lécithines de l'œuf sur les échanges nutritifs.* Note de MM. **A. Desgrez** et **A. Zaky**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« Le rôle important du phosphore dans la cellule vivante, dans le tissu nerveux en particulier, assigne à cet élément une place prépondérante parmi les substances minérales de notre économie. Les recherches commencées en France par Gobley, poursuivies, en Allemagne surtout, par Miescher, Kossel et leurs élèves, nous ont fait connaître la localisation, la nature chimique, les réactions fondamentales des composés organiques du phosphore : lécithines, nucléoalbumines, etc. Ce qui nous est moins connu, bien que non moins important, c'est le rôle dévolu à ces substances dans l'organisme animal. Ce n'est pas que la recherche de l'action sur l'économie des mieux connues d'entre elles, les lécithines, n'ait déjà tenté quelques physiologistes. Danilewsky et Serono avaient affirmé leur influence favorable sur la croissance des plantes et des animaux, lorsque nous avons publié, l'année dernière, une première Note (1) relative aux modifications avantageuses que ces substances impriment aux échanges nutritifs. E. Wildiers (2), ayant répété, depuis lors, les expériences de Danilewsky, a été amené à en contester formellement les conclusions. Les critiques de ce chercheur atteignent indirectement nos propres résultats, de même que ceux, d'ailleurs confirmatifs des nôtres, publiés depuis par Gilbert et Fournier (3). Comme les recherches de Danilewsky ont été communiquées à l'Académie des Sciences (4), nous avons cru devoir présenter à la même Société les résultats des travaux que nous poursuivons depuis plus d'un an, sur cette question, au laboratoire de M. le professeur Bouchard.

» Nous avons utilisé la lécithine de l'œuf de poule, mélange des combinaisons oléique et stéarique de l'acide glycérophosphorique avec la choline. Préparée et purifiée par les procédés classiques, elle donnait à l'analyse :

	I.	II.		I.	II.
	pour 100	pour 100		pour 100	pour 100
Azote	1,93	1,79	Acide phosphorique	8,62	8,89

(1) Desgrez et Zaky, *Bulletin de la Société de Biologie*, t. LII, p. 794.

(2) Wildiers, *La Cellule*, t. XVII, 2e fascicule, p. 385.

(3) Gilbert et Fournier, *Bulletin de la Société de Biologie*, t. LIII, p. 145.

(4) Danilewsky, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 1167.

» Nos expériences ont porté sur les deux groupes d'animaux omnivores les plus communs, le cobaye et le chien.

» *Première expérience.* — Elle a porté sur trois lots de trois cobayes chacun. Animaux mâles, sensiblement de même poids. Les variations d'ordre individuel se trouvaient compensées par ce fait que les animaux étaient pesés par lot, l'analyse quotidienne portant sur les urines réunies d'un même lot. Comme alimentation, ces cobayes recevaient un mélange de pain, de son et de choux, suivant les proportions fixées par M. A. Gautier dans son travail sur les dérivés de la viande (¹).

I. *Influence sur le poids des animaux.*

	Animaux témoins.	Voie sous-cutanée (0gr,062 de lécithine, tous les 2 jours, dans 2cc d'huile).	Voie stomacale (0gr,06 de lécithine en 2 pilules).
	gr	gr	gr
1er jour	1120	1100	1130
43e jour	1600	1770	1980
Différences	480	670	850

» L'accroissement du poids initial, en quarante-trois jours, a donc été de 43 pour 100 pour les témoins, de 60 pour 100 pour les injectés, enfin de 75 pour 100 pour les animaux recevant la lécithine par voie stomacale.

» II. *Influence sur la composition des urines.* — Nous donnons les moyennes de six jours consécutifs, pris en cours d'expérience.

Élimination par kilogramme d'animal.	Animaux témoins.	Voie sous-cutanée.	Voie stomacale.
	gr	gr	gr
Urée	0,87	1,12	0,97
Azote total	0,46	0,57	0,52
Acide phosphorique	0,059	0,051	0,034
Coefficient d'utilisation azotée	0,88	0,92	0,90

» *Deuxième expérience.* — Deux cobayes frères, nés le même jour, ont été mis en expérience le 2 janvier 1901. L'un servant de témoin, on injectait, tous les deux jours, à l'autre 2cc d'huile contenant 0gr,031 de lécithine par centimètre cube. L'urine de chacun de ces animaux étant insuffisante pour l'analyse, on s'est contenté de prendre leur poids journellement :

	Témoin.	Injecté.
	gr	gr
2 janvier	230	220
1er février	350	460
Différences	120	240

(¹) A. Gautier, *Bull. de l'Acad. de Méd.*, t. XLIII, p. 259.

» En un mois, l'accroissement de poids a donc été de 52 pour 100 pour le témoin, de 109 pour 100 pour l'animal injecté. Bien que les injections n'aient pas été continuées au delà du 1er février, nous avons conservé ces deux animaux, afin de savoir si la substance injectée n'exercerait pas encore, sur la nutrition, une influence éloignée, favorable ou non. Le 15 juin 1901, le cobaye témoin pesait 675^{gr}, le poids de l'animal injecté étant de 755^{gr} : c'est donc encore une avance de 80^{gr} au profit de ce dernier.

» *Troisième expérience.* — Trois chiens mâles, frères, nés le 19 décembre 1900, ont été mis en expérience le 14 février 1901, l'un servant de témoin; le deuxième recevant, tous les deux jours, 2^{cc} d'huile lécithinée à $0^{gr},05$ par centimètre cube; le troisième ingérant, aux mêmes intervalles, $0^{gr},10$ de lécithine en deux pilules.

I. *Influence sur le poids des animaux.*

	Animal témoin.	Voie sous-cutanée.	Voie stomacale.
	gr	gr	gr
1er jour	2220	2170	2100
27e jour	3700	4220	4200
Différences	1480	2050	2100

» En vingt-sept jours, l'augmentation de poids a donc été de 66 pour 100 pour le témoin, de 94 pour 100 pour l'animal injecté, de 100 pour 100 pour celui qui ingérait la lécithine.

II. *Influence sur la composition des urines.*

Élimination moyenne par kilogramme d'animal.	Animal témoin.	Voie sous-cutanée.	Voie stomacale.
	gr	gr	gr
Urée	0,44	0,78	0,84
Azote total	0,28	0,41	0,43
Acide phosphorique	0,13	0,043	0,083
Coefficient d'utilisation azotée	0,73	0,86	0,90

» *Conclusions.* — Les lécithines de l'œuf de poule augmentent l'appétit des animaux qui les reçoivent par voie sous-cutanée ou par voie stomacale. Il en résulte, conformément aux recherches de Danilewsky, un accroissement rapide du poids de ces animaux. L'urée, l'azote urinaire total, le coefficient d'utilisation azotée se trouvent augmentés, d'une façon constante, par l'administration de ces substances. On observe simultanément une diminution de l'acide phosphorique éliminé par les urines. Nous continuons ces recherches. »

HYGIÈNE. — *Sur l'usage de la levure de bière pour déceler les communications des nappes d'eau entre elles.* Note de M. P. **Miquel.**

« Pour démontrer l'absence du pouvoir épurateur du sol à l'égard des eaux, j'emploie depuis dix-huit mois la levure de bière pressée, qu'il est aisé de se procurer dans un état de pureté satisfaisant. Elle peut aussi être utilisée pour établir la réalité des communications des eaux superficielles ou souterraines avec les eaux de source destinées à être captées.

» La levure délayée, sur les lieux de l'expérience, dans 10 à 20 fois son volume d'eau, est jetée sur les surfaces absorbantes, dans les cours d'eau, les puits, les gouffres qu'on suppose en communication directe avec les nappes d'eau souterraines alimentant telle ou telle source.

» Les prélèvements des eaux qu'on pense contaminées sont toujours précédés d'expériences témoins tendant à démontrer que le *Saccharomyces cerevisiæ* ne préexistait pas dans les échantillons qui vont être soumis à l'analyse; ils sont effectués toutes les trois ou quatre heures durant une période que, suivant les cas, on fait varier de quinze jours à un mois et même davantage.

» Pour retrouver la levure, on répartit, dans le plus bref délai possible, les eaux recueillies dans des matras de bouillon de peptone sucré et acidifié de façon que le liquide résultant de ce mélange contienne environ par litre 200^{gr} de saccharose, 1^{gr} d'acide tartrique et, à peu près, autant de bitartrate de potasse, puis ces matras sont exposés à l'étuve portée vers 25°.

» Quand la levure a pénétré dans l'eau recueillie, on voit se produire au bout de vingt-quatre à quarante-huit heures, au fond du matras, des taches ou colonies formées par le *Saccharomyces cerevisiæ;* bientôt une fermentation alcoolique énergique se déclare, avant que les bactéries, surtout celles des fermentations lactiques, qui sont le plus à redouter, aient pu envahir puissamment le milieu sucré.

» Par ce procédé nous avons pu établir la communication de certains cours d'eau, puits, bétoires, puisards ou gouffres avec des sources captées à plus de 10^{km} à 15^{km} du lieu d'expérimentation.

» La levure ne perd pas sensiblement de sa vitalité après de longs parcours souterrains, et l'on peut la rencontrer encore pleine de vie à l'extrémité d'aqueducs de plus de 100^{km} de longueur et après un séjour de plus de deux mois, soit dans l'intérieur du sol, soit dans ces aqueducs.

» Ordinairement, ces expériences se pratiquent en employant 10^{kg}, 20^{kg}, 40^{kg} de levure et davantage suivant les circonstances. »

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

ERRATA.

(Séance du 3 juin 1901.)

Page 1312, ligne 7, *au lieu de* M. Paul Henström, *lisez* M. Paul Hellström.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Marche.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Co. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15 fr.**
Tomes **92** à **121**. — (1er janvier 1881 à à 31 décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... **15 fr.**

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15 fr.**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861 .... **15 fr.**

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 24.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 17 juin 1901.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1901

PREMIER SEMESTRE

—

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXII.

N° 25 (24 Juin 1901).

PARIS.

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

—

1901

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JUIN 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Équilibres chimiques. Réactions de deux bases mises simultanément en présence de l'acide phosphorique;* par M. **Berthelot**.

« Examinons les réactions de deux bases mises simultanément en présence de l'acide phosphorique. Trois cas fondamentaux peuvent être distingués, suivant le rapport entre la somme des valences des bases qui tendent à s'unir avec une molécule d'acide : cette somme pouvant être égale à une valence R, soit PO^4RH^2; à deux valences R^2, soit PO^4R^2H; ou bien à trois valences R^3, soit PO^4R^3.

» J'envisagerai seulement le cas où l'une des deux bases, telles que la soude ou l'ammoniaque, envisagée isolément, forme des phosphates solubles, tandis que l'autre base, monovalente (oxyde d'argent), ou bivalente (chaux, baryte, magnésie, etc.), forme des phosphates insolubles.

Le rapport PO^4RH^2 (phosphates monovalents, dits *phosphates acides*), correspondant seulement à des phosphates solubles, ne fait pas varier l'acidité ou l'alcalinité au regard des colorants; il ne rentre pas dès lors dans l'ordre des études dont je m'occupe en ce moment.

» Soit d'abord le rapport de la saturation normale des phosphates, c'est-à-dire PO^4R^3. J'ai envisagé les bases suivantes : soude et baryte, soude et chaux.

» I. Faisons agir sur une molécule d'acide phosphorique, PO^4H^3, deux équivalents de soude, $2NaOH$, et un équivalent de chaux, c'est-à-dire une demi-molécule, $\frac{1}{2}CaO$, cette dernière base étant bivalente,

» $PO^4H^3 + 2NaOH + \frac{1}{2}CaO$, ou, pour n'avoir que des nombres entiers, $2PO^4H^3 + 4NaOH + CaO$ (¹).

» Ce sont ces dernières valeurs qui ont été employées dans le cas présent.

» 1. Le mélange des trois liqueurs étant fait aussi rapidement que possible, il se produit un précipité; on filtre aussitôt et l'on détermine le titre, à l'aide de l'acide chlorhydrique en présence du méthylorange et en présence de la phtaléine.

» 2. Une portion de la liqueur filtrée a été abandonnée à elle-même pendant quarante-huit heures; il s'est produit un nouveau précipité, peu abondant d'ailleurs. On a filtré et titré de nouveau.

» 3. Un mélange pareil au système initial a été abandonné à lui-même, sans filtration au début, pendant quarante-huit heures; puis on a filtré et titré la liqueur.

» Dans tous les cas, les liqueurs sont alcalines aux deux colorants. Elles ont exigé, pour être neutralisées, les fractions d'équivalent de HCl que voici :

	1.	2.	3.
Méthylorange	$1^{éq},33$	$1^{éq},32$	$1^{éq},31$
Phtaléine	$0^{éq},59$	$0^{éq},59$	$0^{éq},59$

» Rappelons que le méthylorange est neutre pour la composition PO^4RH^2 et la phtaléine pour PO^4R^2H.

» La liqueur 1 contenait donc $0^{éq},59$ de PO^4R^3 soluble,

(¹) Composition des liqueurs : $PO^4H^3 = 8^{lit}$
$NaOH = 20^{lit}$
$CaO = 45^{lit},6$
$HCl = 20^{lit}$

» Dose capable de saturer $0,59 \times 2 = 1^{éq},18$ vis-à-vis du méthyl-orange.

» L'excès $1,33 - 1,18 = 1^{éq},15$ représente dès lors la proportion de PO^4R^2H soluble.

» Nous avons ainsi $0,59 + 0,15 = 0^{mol},74$ PO^4H^3 demeuré en dissolution, sous forme de sels bi et tribasiques : absence de sels monobasiques ;

» Et par conséquent $1^{mol},26$ PO^4H^3 précipité tout d'abord, à un degré de saturation qui va être précisé.

» D'autre part ;

$0,59 \times 3 = 1,77\,R$	(phosphate trivalent)
$0,15 \times 2 = 0,30\,R$	(phosphate bivalent)
Total.... $2,07\,R$	

» Telle est la valence alcaline de la liqueur.

» Or nous avons employé $4NaOH + CaO$, somme équivalente à 6R.

» L'équivalence des bases contenues dans le précipité initial est dès lors $6 - 2,07 = 3,93R$.

» Ce nombre divisé par 1,26, soit $\frac{3,93}{1,26} = 3,12$.

» C'est le rapport équivalent des bases à l'acide phosphorique dans le précipité. Il est fort voisin du rapport normal PO^4R^3 ; sauf un léger excès, peut-être attribuable aux erreurs d'expérience.

» Observons enfin que l'équivalence des bases dans le précipité, soit 3,93, est presque double de l'équivalence 2, qui répond à la molécule initiale de chaux, CaO, ayant concouru à la précipitation. Le précipité renferme donc au moins 2 équivalents de soude 2NaOH, pour une molécule de chaux, CaO. Ce précipité étant sensiblement tribasique (3,12 au lieu de 3), il en résulte qu'il répondrait sensiblement aux rapports $PO^4Ca^{\frac{3}{4}}Na^{\frac{3}{2}}$, si l'on admettait que toute la chaux s'y trouvât contenue. Cette hypothèse, d'ailleurs, n'est pas rigoureusement exacte, attendu que la liqueur filtrée a perdu $0^{éq},01$ d'alcali, contenu dans le second précipité. Par suite d'un contact prolongé entre la liqueur et le précipité initial, la perte s'élève même à $0^{éq},02$ d'alcali; ce qui réduit la proportion de PO^4R^2H à $0^{éq},13$, et relève la proportion de PO^4H^3 précipité à $1^{mol},28$. La dose de phosphate soluble n'étant plus alors que 2,03 R, l'équivalence des bases dans le précipité devenait 3,97 R, dont le quotient par 1,28

$$\frac{3,97}{1,28} = 3,1.$$

» Le titre alcalin des composants initiaux, estimé au méthylorange, était $6 - 2 = 4$; il est tombé à 1,33 : variation, 2,67. Estimé à la phtaléine, $6 - 4 = 2$; tombé à 0,59 : variation, 1,41. L'écart de ces deux nombres répondrait à $1,26 PO^4H^3$ précipité.

» L'équation de la réaction, au bout de quelque temps, serait dès lors la suivante :

$$2PO^4H^3 + CaO + 4NaOH$$
$$= 1,28 PO^4R^{3,05} \text{insoluble} + 0,13 PO^4R^2H \text{soluble} + 0,59 PO^4R^3 \text{soluble}.$$

» En admettant que toute la chaux soit contenue dans le précipité, on aurait sensiblement, après quarante-huit heures,

$$1,28 PO^4Ca^{\frac{3}{4}}Na^{\frac{3}{2}} \text{précipité} + 0,13 PO^4Na^2H + 0,59 PO^4Na^3.$$

» Au début, il y aurait un peu moins de chaux dans le précipité, $0,02 PO^4H^3$ étant combiné à une portion de cet alcali demeuré en dissolution.

» En définitive, la proportion de PO^4H^3 éliminé par précipitation est presque double de celle que l'on aurait pu prévoir, d'après la dose de chaux mise en œuvre, soit : $1^{mol},28$ au lieu de $0^{mol},67$.

» II. Remplaçons la chaux par la baryte, pour les mêmes proportions équivalentes. Soit (¹)

$$PO^4H^3 + \tfrac{1}{2}BaO + 2NaOH, \quad \text{ou} \quad 2PO^4H^3 + BaO + 4NaOH.$$

En opérant exactement de même, nous avons

	1. Liqueur filtrée immédiatement.	2. Liqueur conservée quarante-huit heures.	3. Mélange initial filtré après quarante-huit heures seulement.
Méthylorange......	$1^{éq},36$	$1^{éq},36$	$1^{éq},06$
Phtaléine.........	$0^{éq},69$	$0^{éq},68$	$0^{éq},45$

Ainsi la liqueur 1 contenait $0^{éq},69$ de PO^4R^3 soluble, dose capable de saturer $1^{éq},38$ d'acide vis-à-vis du méthylorange.

» L'excès $1,38 - 1,38$ étant nul, il n'y a pas à ce moment de PO^4R^2H soluble. Nous avons dès lors

$$0^{mol},69 \text{ de } PO^4H^3 \text{ demeuré en dissolution,}$$

et par conséquent

$$1^{mol},31 \text{ de } PO^4H^3 \text{ précipité d'abord.}$$

(¹) $BaO = 12^l$.

D'autre part,

$$0,69 \times 3 = 2,07\,R \text{ (phosphate trivalent)}$$

représente la valence alcaline initiale de la liqueur filtrée, valence qui est la même que celle de la chaux dans l'essai précédent; mais cette identité paraît accidentelle. En effet, l'équivalence des bases contenues dans le précipité était dès lors 3,93, le quotient $\frac{3,93}{1,38} = 2,81$ est inférieur au rapport normal 3 et montre que le précipité est formé dans le cas présent par un mélange de phosphates tri et bibasiques.

» En outre, l'équivalence 3,93 étant presque double de l'équivalence 2 qui répond à la molécule initiale de baryte, BaO, il en résulte, comme plus haut, que ce précipité renferme au moins la moitié équivalente de ses bases sous forme de soude, dans l'hypothèse où il contiendrait toute la baryte; ou davantage, à proportion de la baryte demeurée dans la dissolution.

» Une fois le précipité immédiat séparé, ces proportions ne varient guère dans la liqueur, les titres respectifs estimés au méthylorange et à la phtaléine demeurant sensiblement les mêmes.

» Mais il en est autrement si l'on maintient le précipité en contact avec son eau mère (n° 3). Au bout de quarante-huit heures, le titre estimé à la phtaléine a diminué d'un tiers; estimé au méthylorange, de près d'un quart. Voici ce que signifient ces diminutions.

» La liqueur 3 ne renferme plus que $0^{éq},45$ de PO^4R^3 soluble, dose capable de saturer $0^{éq},90$ d'acide vis-à-vis du méthylorange.

» L'excès $1,06 - 0,90 = 0^{éq},16$ représente PO^4R^2H soluble. Dès lors

$$0^{mol},45 + 0,16 = 0,61 \text{ de } PO^4H^3$$

est resté en dissolution, et par conséquent $1^{mol},39$ PO^4H^3 a été précipitée, dose supérieure à celle que la chaux avait précipitée plus haut.

» D'autre part,

$$\begin{array}{lr} & 0,45 \times 3 = 1,35 \\ & 0,16 \times 2 = 0,32 \\ \text{Total} \ldots\ldots\ldots\ldots & \overline{1,67\,R} \end{array}$$

telle est la valence alcaline finale de l'eau mère.

» Or nous avons employé $4NaO + BaO$, somme équivalente à 6R.

» L'équivalence des bases contenues dans le précipité final est dès lors

$$6 - 1,67 = 4,33$$

D'ailleurs,

$$\frac{4,33}{1,39} = 3,15.$$

Ce chiffre exprime le rapport des bases à l'acide phosphorique dans le précipité.

» Ici, comme dans le cas de la chaux, il y a un excès, excès même plus marqué par comparaison avec le rapport normal PO^4R^3.

» En outre, l'équivalence des bases dans le précipité final, soit 4,33, est plus que double de l'équivalence 2, qui répondrait à la molécule initiale de baryte précipitante; c'est-à-dire que la dose relative de soude entraînée dans le précipité est supérieure à la dose équivalente de baryte que ce précipité doit contenir, même dans l'hypothèse où il ne resterait pas de baryte soluble dans l'eau mère.

» Le titre alcalin des composants initiaux, estimé au méthylorange, était

$$6 - 2 = 4;$$

il est tombé aussitôt à

$$1,36 \quad (\text{variation } 2,64)$$

et après quarante-huit heures à

$$1,06 \quad (\text{variation } 2,94).$$

» Estimé à la phtaléine

$$6 - 4 = 2;$$

il est tombé aussitôt à

$$0,69 \quad (\text{variation } 1,31)$$

et après quarante-huit heures à

$$0,45 \quad (\text{variation } 1,55).$$

Or

$$2,94 - 1,55 = 1,39\, PO^4H^3 \text{ précipité.}$$

» L'équation de la réaction serait dès lors la suivante, au début :

$$2PO^4H^3 + BaO + 4NaOH$$
$$= 1,31\, PO^4R^{2,81} \text{ insoluble} + 0,69\, PO^4R^3 \text{ soluble} + 0,25\, ROH \text{ soluble};$$

et après quarante-huit heures

$$1,39\, PO^4R^{3,15} \text{ insoluble} + 0,16\, PO^4R^2H \text{ soluble} + 0,61\, PO^4R^3 \text{ soluble.}$$

» En admettant que toute la baryte soit contenue dans le précipité, les $R^{3,13}$ de ce précipité se décomposeraient sensiblement en $Ba^{0,72 \times 2}Na^{1,71}$.

» En définitive, la proportion de PO^4H^3 éliminé par précipitation est plus que double de celle que l'on aurait pu prévoir, d'après la dose de baryte mise en œuvre : soit $1^{mol},39$ au lieu de $0^{mol},67$.

» Étudions maintenant le rapport entre l'acide phosphorique et les bases, qui correspond aux phosphates bibasiques.

» III. $PO^4H^3 + \frac{1}{2}CaO + NaOH$ ou $2PO^4H^3 + CaO + 2NaOH$. — On opère exactement de même.

	1. Liqueur filtrée immédiatement.	2. Cette liqueur après 48^h léger précipité.	3. Mélange initial filtré après 48^h.
Méthylorange, réaction alcaline.	$\overset{éq}{0,48}$ HCl	$\overset{éq}{0,40}$ HCl	$\overset{éq}{0,39}$ HCl
Phtaléine, réaction acide......	0,25 NaOH	0,25 NaOH	0,29 NaOH

» La liqueur filtrée, dans tous les cas, est acide à un colorant et alcaline à l'autre.

» Elle contient dans la liqueur 1

$$0,48\,PO^4R^2H \text{ soluble} + 0,25\,PO^4RH^2$$
$$+ 1,27\,PO^4H^3 \text{ précipité sous la forme } R^3 \text{ et } R^2H.$$

» Le phosphate bibasique soluble diminue d'abord : ce qui porte à $1,35\,PO^4H^2$ précipité.

» Mais par l'effet d'un contact prolongé entre le précipité et la liqueur, ces rapports sont devenus après quarante-huit heures

$$0,39\,PO^4R^2H \text{ soluble} + 0,29\,PO^4RH^2 \text{ soluble} + 1,32\,PO^4H^3 \text{ précipité}.$$

» Au début, l'équivalence des bases solubles était

$$\begin{array}{ll} 0,48 \times 2 & = 0,96 \\ 0,25 & = 0,25 \\ \hline & 1,21 \end{array}$$

leur valence initiale étant égale à 4.

» Il en résulte que leur valence dans le précipité est 2,79, dont le quotient par 1,27 égale 2,20.

» Après quarante-huit heures, l'équivalence des bases solubles étant

$$0,78 + 0,29 = 1,07,$$

leur valence dans le précipité est devenue 2,93, dont le quotient par 1,32 égale 2,22.

» La quantité de phosphate précipité s'est un peu accrue; le rapport des bases étant notablement supérieur à la bibasicité.

» Le titre des composés initiaux, estimé au méthylorange, était

$$4 - 2 = 2;$$

il est tombé aussitôt à

$$0,48 \quad (\text{variation } 1,52);$$

après quarante-huit heures, à

$$0,39 \quad (\text{variation } 1,61).$$

» Estimé à la phtaléine

$$4 - 4 = 0,$$

il a changé de signe, soit

$$-0,25 \quad \text{et} \quad -0,29 \quad (\text{variation } 0,25 \text{ et } 0,29).$$

» D'où résulte

$$PO^4H^3 = 1^{mol},32$$

finalement.

» La proportion de PO^4H^3 précipité est double à peu près de celle qui répondrait à la chaux employée à former du phosphate tribasique : soit $0,67\,PO^4H^3$ pour CaO. Elle est supérieure de $0^{mol},90$ à la chaux employée à former un phosphate, suivant le rapport équivalent 2,22. Il y a donc de la soude dans le précipité.

» IV. $PO^4H^3 + \frac{1}{2}BaO + NaOH$ ou $2PO^4H^3 + BaO + 2NaOH$. — Mêmes opérations :

	1. Liqueur filtrée immédiatement.	2. Liqueur après 48 heures.	3. Mélange filtré après 48 heures.
Méthylorange alcalin	$0^{éq},52$ HCl	0,52	0,51
Phtaléine acide	$0^{éq},05$ NaOH	0,08	0,05

» Ici, il n'y a guère de différence entre les trois liqueurs. On a obtenu

$$0,52\,PO^4R^2H \text{ soluble} + 0,05\,PO^4RH^2$$
$$+ 1,43\,PO^4H^3 \text{ précipité sous forme } R^3 \text{ et } R^2H.$$

» L'équivalence des bases solubles étant

$$\begin{array}{r} 0,52 \times 2 = 1,04 \\ 0,05 \\ \hline 1,09 \end{array}$$

» La valence initiale étant 4,

» La valence des bases dans le précipité est 2,91, dont le quotient par 1,43 est 2,03.

» Le précipité est donc sensiblement bibasique.

» Le titre alcalin des composés initiaux, estimé au méthylorange, était 2; il est tombé à

$$0,52 \quad \text{(variation } 1,48)$$

estimé à la phtaléine 0, il a changé de signe

$$\text{(variation } 0,05)$$

d'où

$$PO^4H^3 = 1,43.$$

» La proportion de PO^4H^3 précipité, soit 1,43, est double de celle qui répondrait à la baryte, supposée changée en phosphate tribasique, soit 0,67 PO^4H^2 par BaO.

» Elle est supérieure de 0,43 à celle qui répondrait à toute la baryte changée en phosphate bibasique; c'est-à-dire qu'une partie de la soude a été précipitée simultanément;

» Tous résultats concordant avec les précédents.

» Le fait de la séparation sous forme insoluble d'une fraction de soude aussi considérable dans toutes ces réactions, opérées avec deux bases simultanément, mérite une attention particulière, au point de vue des méthodes générales employées dans l'analyse pour séparer les alcalis proprement dits des terres alcalines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les radicaux acétylométalliques;* par M. **Berthelot**.

« J'ai repris, en 1899, dans un travail exécuté en commun avec M. Delépine [1], l'étude des dérivés métalliques de l'acétylène, qui m'avaient d'abord occupé d'une manière générale, il y a une trentaine d'années, à une époque où l'acétylène était une substance rare, d'une préparation pénible; nous avons montré que cette étude confirme la vue première, en vertu de laquelle j'avais envisagé ces dérivés comme correspondant aux dérivés

[1] *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XIX, p. 5; 1900.

métalliques de l'ammoniaque et de l'hydrogène sulfuré, c'est-à-dire aux sulfures SM^2 et SMH et aux azotures AzM^3, AzM^2H et $AzMH^3$.

» Ces composés correspondent aux acétylures C^2M^2 et C^2MH, tandis que les ammoniums composés du type AzR^4 correspondent à des radicaux acétyliques du type C^2R^3, dans lequel R^3 représente une certaine somme d'hydrogène et de métal.

» Tels sont, d'après nos analyses, les dérivés de l'argentacétyle C^2Ag^3 : azotate, sulfates simples et doubles; chlorures et iodures simples et doubles; ainsi que les dérivés du cuprosacétyle (trisubstitué) C^2Cu^3 : par exemple l'iodure double $(C^2Cu^3)I.CuI$.

» Peut-être ne sera-t-il pas inutile de montrer comment les analyses intéressantes que M. Chavastelon a publiées dans ces derniers temps sur divers composés acétylocuivreux peuvent être interprétées par la même théorie.

» 1. Tel est un composé nouveau, qu'il a obtenu au moyen du chlorure cuivreux en solution chlorhydrique, lequel répond à la formule brute

$$C^2H^2.Cu^2Cl^2.$$

» Cette formule peut être écrite d'une autre façon, savoir :

$$(C^2H^2Cu)Cl.CuCl \quad (^1);$$

c'est un *chlorure double de cuprosacétyle* (monosubstitué), correspondant à l'iodure double d'argentacétyle

$$(C^2Ag^3)Cl.AgCl$$

et à l'iodure double de cuprosacétyle (trisubstitué)

$$(C^2Cu^3)I.CuI,$$

composés que nous avons préparés et analysés.

» Si l'on regarde la molécule de chlorure cuivreux comme renfermant 2 atomes de chlore,

$$\left.\begin{matrix}Cu\\Cu\end{matrix}\right\}Cl^2,$$

les composés précédents répondent aux formules dérivées

$$\left.\begin{matrix}C^2HCu^2\\Cu\end{matrix}\right\}Cl^2, \qquad \left.\begin{matrix}C^2Cu^3\\Cu\end{matrix}\right\}I^2.$$

---

(1) Ou bien $C^2HCu^2Cl.HCl$, *chlorhydrate de cuprosacétyle* disubstitué.

» L'accumulation du cuivre dans le second composé correspond au caractère plus foncé de sa coloration.

» 2. Le chlorure double précédent, traité par l'eau, se décompose en fournissant un autre composé, susceptible également d'être préparé au moyen des solutions de chlorure cuivreux dans le chlorure de potassium. C'est un corps pourpre, que j'ai découvert en 1866, et désigné sous le nom de *chlorure de cuprosacétyle*. M. Chavastelon représente ses analyses par la formule brute

$$C^2H^2.Cu^2Cl^2.Cu^2O.$$

» Cette formule peut être écrite autrement

$$(C^2Cu^3)Cl.CuCl + H^2O \quad \text{ou} \quad \left.\begin{matrix} C^2Cu^3 \\ Cu \end{matrix}\right\} Cl^2.H^2O.$$

» Il s'agit donc d'un *chlorure double de cuprosacétyle* (trisubstitué), correspondant précisément à notre iodure de cuprosacétyle, rappelé plus haut.

» J'avais également signalé l'existence de certains sels doubles, *chlorures doubles de cuprosacétyle et de potassium*.

» Deux de ces sels ont été analysés par M. Chavastelon; l'un est exprimé par la formule brute

$$C^2H^2(Cu^2Cl^2)^2KCl,$$

l'autre par

$$C^2H^2[(Cu^2Cl^2)^2KCl]^2.$$

» La première répond évidemment à la constitution suivante :

$$(C^2H^2Cu)Cl.CuCl + Cu^2Cl^2.KCl,$$

et la seconde à

$$(C^2H^2Cu)Cl.CuCl + 2(Cu^2Cl^2.KCl).$$

» Les réactions de ces divers composés sont d'ailleurs conformes à la constitution que je leur attribue. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse d'un colorant dérivé du diphénylènephénylméthane*. Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot**.

« Les recherches qui font l'objet de cette Note ont eu pour but de résoudre le problème suivant : étant donné un colorant dérivé du triphé-

nylméthane, comme le violet cristallisé par exemple, quelles modifications subit-il dans ses propriétés lorsqu'on le transforme, par soudure, en ortho de deux noyaux phényliques, en un colorant dérivé du phénylfluorène?

» Bien que le phénylfluorène soit connu depuis longtemps et qu'on puisse l'obtenir facilement par différentes méthodes, on n'a pas encore préparé de colorant dérivé de ce carbure. C'est à peine si l'on peut mentionner que M. Schwarz (*Ber. deutsche chem. Ges.*, t. XIV, p. 1522) et MM. R. Meyer et Paul (*Ber. deutsche chem. Ges.*, t. XXV, p. 3587) ont observé une coloration violette, d'ailleurs très peu intense, par nitration et réduction du diphénylènephénylméthane, et une coloration bleu vert, d'une certaine intensité, en additionnant d'ammoniaque une solution alcoolique du produit brut de nitration du carbure.

» Nous nous sommes proposé de préparer ces colorants en soumettant à la diazotation certains dérivés orthoamidés du triphénylméthane, procédé qui nous a été suggéré : 1° par les recherches de MM. O. Fischer et H. Schmidt (*Ber. deutsche chem. Ges.*, t. XXVII, p. 2786) qui, en diazotant l'orthoamidodiphénylméthane, l'ont transformé en fluorène; 2° par les essais de M. Staeder (*Ber. deutsche chem. Ges.*, t. XXVII, p. 3363), qui a réussi à préparer le fluorénone et l'oxyfluorénone en diazotant l'orthoamidobenzophénone et le diorthoamidobenzophénone; 3° par les résultats de MM. Grœbe et Ullmann (*Ber. deutsche chem. Ges.*, t. XXIX, p. 1876) qui obtiennent uniquement de l'oxyde de biphénylène par diazotation de l'oxyde de biphényle orthoamidé.

» Nos premières recherches ont porté sur la diazotation de l'hexaméthyltriamidotriphénylméthane orthoamidé ou leucobase du violet cristallisé orthoamidé,

$$(CH^3)^2AzC^6H^4CH\begin{cases}C^6H^4Az(CH^3)^2\\ C^6H^3Az(CH^3)^2,\\ \quad\backslash AzH^2\end{cases}$$

base qui s'obtient facilement, soit en condensant l'hydrol de Michler avec la méta-amidodiméthylaniline, soit en nitrant et réduisant la leucobase du violet cristallisé.

» 1° *Diazotation de la base en milieu chlorhydrique.* — Bien que nous ayons fait varier de toutes les façons possibles les conditions de la diazotation, nous n'avons jamais réussi à obtenir le dérivé fluorénique cherché. En milieu très dilué et faiblement acide, le produit de la réaction est presque uniquement constitué par de l'*hexaméthyltriamidotriphénylméthane-o.-hy-*

droxylé $(CH^2)^2.Az.C^6H^4.CH\begin{matrix}\diagup C^6H^4Az(CH^3)^2\\ -C^6H^3\begin{matrix}\diagup Az(CH^3)^2\\ \diagdown OH\end{matrix}\end{matrix}$. Ce composé, qui n'a pas encore été décrit, et qu'on obtiendrait probablement avec plus de facilité en condensant l'hydrol de Michler ou tétraméthyldiamidobenzhydrol avec le méta-amidophénol, cristallise dans l'alcool en fines aiguilles fondant à 173°, insolubles dans la potasse aqueuse, mais solubles dans la potasse alcoolique. Oxydé en milieu alcoolique par le chloranile, il donne un *violet*.

» Au fur et à mesure qu'on augmente la richesse en acide chlorhydrique du milieu dans lequel s'effectue la diazotation, on observe la formation de quantités croissantes d'un composé que nous avons identifié avec le produit de condensation de l'hydrol de Michler avec la métachlorodiméthylaniline; ce composé est donc la leucobase du violet cristallisé orthochloré. Lorsqu'on opère en milieu chlorhydrique concentré, même en l'absence de chlorure cuivreux et de cuivre métallique, cette leucobase se forme avec un rendement presque théorique et constitue le produit unique de la réaction.

» Ce dérivé chloré $(CH^3)^2AzC^6H^3Cl.CH.[C^6H^4Az(CH^3)^2]^2$ ne figure point dans la littérature chimique. Il cristallise en fines aiguilles blanches fondant à 97°, très peu solubles dans l'alcool bouillant, mais très solubles dans le benzène et le chloroforme. Oxydé au moyen du bioxyde de plomb et de l'acide acétique, il donne un colorant bien cristallisé qui teint la laine en bain neutre en un bleu pur ne présentant aucune particularité intéressante.

» 2° *Diazotation en milieu sulfurique.* — En étudiant systématiquement les différents facteurs de la diazotation, nous avons réussi à déterminer les conditions dans lesquelles on obtient le meilleur rendement en dérivé fluorénique, rendement qui ne dépasse cependant pas 35 pour 100 de la théorie.

» En milieu sulfurique fortement étendu d'eau, on n'obtient que de l'hexaméthyltriamidotriphénylméthane ortho-hydroxylé décrit plus haut. Mais au fur et à mesure qu'on opère dans des milieux plus riches en acide sulfurique, on constate que le diazoïque formé est de plus en plus stable, c'est-à-dire ne se décompose qu'à des températures de plus en plus élevées, puis, à partir d'une certaine richesse en acide sulfurique qui correspond approximativement à parties égales d'eau et d'acide concentré, on constate la formation d'un produit secondaire qui est le dérivé fluorénique cherché.

Les meilleures conditions pour obtenir de notables quantités de ce dérivé sont les suivantes :

» On dissout $19^{gr},4$ ($\frac{1}{20}$ de molécule de leucobase orthoamidée dans 50^{cc} d'acide sulfurique concentré et 30^{cc} d'eau, et, à la solution refroidie vers $0°$, on ajoute $3^{gr},45$ d'azotite de soude pur et 50^{cc} d'acide sulfurique concentré.

» On laisse reposer pendant une demi-heure, puis on chauffe le mélange au bain-marie bouillant jusqu'à décomposition complète du diazoïque. On étend d'eau, on ajoute quelques centimètres cubes d'éther et l'on neutralise par du carbonate de soude. Le précipité cristallisé qui se forme est constitué par un mélange d'hexaméthyltriamidotriphénylméthane orthohydroxylé et d'hexaméthyltriamidophénylfluorène qu'on traite par une solution alcoolique de potasse dans laquelle seul le dérivé hydroxylé est soluble. Après séparation et lavage à l'eau bouillante, le composé fluorénique est purifié par des cristallisations dans le benzène bouillant.

» L'*hexaméthyltriamidophénylfluorène* se présente sous la forme de fines aiguilles blanches, très solubles dans l'alcool, peu dans la benzine froide, mais assez solubles dans la benzine bouillante et fondant à 214°. Oxydé par le chloranile en solution alcoolique, il donne une coloration vert bleu qui vire au bleu violacé par addition d'eau. L'analyse conduit à la formule $C^{25}H^{29}Az^3$.

» Ce corps formé aux dépens de l'hexaméthyltriamidotriphénylméthane orthoamidé suivant la réaction :

$$[(CH^3)^2C^6H^4]^2.CH.C^6H^3\left\langle\begin{matrix}Az(CH^3)^2\\AzH^2\end{matrix}\right. + AzO^2Na + 2SO^4H^2$$

$$= [(CH^3)^2.C^6H^4]^2CH.C^6H^3\left\langle\begin{matrix}Az(CH^3)^2\\Az=AzSO^4H\end{matrix}\right. + SO^4NaH + 2H^2O,$$

$$(CH^3)^2AzC^6H^4 - \underset{\diagdown C^6H^4 - Az(CH^3)^2}{CH} - C^6H^3\left\langle\begin{matrix}Az(CH^3)^2\\Az=AzSO^4H\end{matrix}\right.$$

$$= SO^4H^2 + Az^2 + (CH^3)^2Az\langle\bigcirc\rangle CH\left\langle\begin{matrix}\bigcirc\rangle Az(CH^3)^2\\ | \\ \bigcirc\rangle Az(CH^3)^2\end{matrix}\right.$$

est donc bien un dérivé du phénylfluorène.

» Si l'on considère que ce composé fluorénique ne prend naissance que par diazotation en milieu sulfurique presque concentré et qu'il est toujours

accompagné d'hexaméthyltriamidotriphénylméthane-*o*.-hydroxylé, on est tenté d'expliquer sa formation par une action secondaire et déshydratante de l'acide sulfurique sur le dérivé hydroxylé primitivement formé :

$$(CH^3)Az\langle\quad\rangle CH\begin{matrix}\diagup\langle\quad\rangle Az(CH^3)^2\\ \quad H\\ \quad OH\\ \diagdown\langle\quad\rangle Az(CH^3)^2\end{matrix}$$

$$= H^2O + (CH^3)^2Az\langle\quad\rangle CH\begin{matrix}\diagup\langle\quad\rangle Az(CH^3)^2\\ \quad |\\ \diagdown\langle\quad\rangle Az(CH^3)^2.\end{matrix}$$

» Pour vérifier s'il en est ainsi, nous avons chauffé le dérivé hydroxylé dans les conditions les plus diverses avec de l'acide sulfurique concentré sans jamais réussir à opérer la condensation fluorénique.

» *Bleu fluorénique :* $C^{25}H^{28}Az^3Cl + 2,5H^2O$. — L'hexaméthyltriamidophénylfluorène est une leucobase au même titre que l'hexaméthyltriamidotriphénylméthane, et fournit par oxydation, au moyen de la quantité théorique de bioxyde de plomb, un colorant dont le chlorhydrate cristallise avec une extrême facilité en aiguilles ou en feuillets à reflets fortement cuivrés, assez solubles dans l'eau à chaud, mais complètement insolubles dans l'eau additionnée de chlorure de sodium. Le colorant présente cette particularité de se dissoudre dans l'eau et dans l'alcool avec des colorations bien différentes; ses solutions aqueuses sont bleu verdâtre.

» Ces dernières, additionnées d'éther, laissent déposer le colorant en longues aiguilles à reflets métalliques, renfermant deux molécules et demie d'eau de cristallisation. Il ressort de la comparaison que nous avons faite de ce nouveau colorant avec le violet cristallisé, que l'introduction d'une liaison fluorénique dans ce violet pousse la nuance vers le bleu, comme le fait d'ailleurs toute substitution en ortho dans cette molécule, sans provoquer aucune modification essentielle dans les propriétés tinctoriales. La nouvelle matière colorante est aussi sensible aux acides et aux alcalis que le violet hexaméthylé et un peu plus solide à la lumière; elle présente une moindre affinité pour les fibres animales et une légère substantivité vis-à-vis des fibres végétales. Elle possède sensiblement la même intensité que le violet cristallisé et ne manifeste aucune fluorescence. »

PHYSIOLOGIE APPLIQUÉE. — *Outillage très simple et très sûr, d'application aussi rapide que facile, pour rendre inoffensifs le séjour et le travail de l'homme dans les atmosphères irrespirables contaminées par des gaz délétères;* par M. **A. Chauveau**, avec la collaboration de M. **J. Tissot**.

« L'outillage en question a pour organe essentiel un appareil à séparation des courants d'air inspiré et expiré, appareil qui est employé depuis trente ans dans les divers laboratoires de physiologie normale ou pathologique par où j'ai passé, soit à l'École vétérinaire et à la Faculté de Médecine de Lyon, soit au Muséum d'histoire naturelle. Le modèle que je présente ici, le plus perfectionné, a été spécialement construit en vue de mes études d'énergétique biologique. La description s'en trouve dans le Tome Ier du *Traité de Physique biologique*, page 755.

» Cet appareil répond aux indications suivantes qu'imposent rigoureusement les études sur les échanges respiratoires dans les diverses conditions de repos et de travail :

» 1° S'adapter aux voies normales et habituelles du courant d'air inspiré ou expiré, c'est-à-dire aux cavités nasales et non à la cavité buccale ;

» 2° Rapprocher le plus possible de la porte d'entrée de l'air dans l'organisme le système des soupapes destinées à opérer la séparation des deux courants : cela dans le but d'éviter d'allonger le canal commun et d'accroître la quantité d'air vicié entraînée de nouveau dans le poumon à chaque inspiration ;

» 3° Donner aux soupapes la plus grande mobilité possible et les construire de manière à prévenir toute adhérence avec les contours des orifices qu'elles sont chargées d'ouvrir et de fermer alternativement ;

» 4° Réduire le volume et le poids de l'appareil au point d'en rendre la présence indifférente au sujet et fixer cet appareil assez solidement pour qu'il ne soit exposé à aucun déplacement intempestif pendant les mouvements du sujet.

» Il suffit de voir l'appareil en place, en train de fonctionner, pour constater que ces diverses indications sont parfaitement réalisées.

» Des embouts de verre s'introduisent à frottement dans les narines et sont reliés par des raccords en caoutchouc mince au reste de l'appareil.

» Celui-ci se compose d'un tube transversal, qui porte au milieu les

courts branchements raccordés avec les embouts respirateurs. A l'intérieur de ce tube formé de plusieurs parties démontables, pour faciliter l'ajustage et le nettoyage, existent les deux systèmes de soupapes : minces disques d'aluminium lâchement articulés, s'appliquant exactement sur les bords *tranchants* d'orifices qui sont taillés en biseau et ne *collant jamais,* en raison de la faible étendue des surfaces de contact et malgré l'humidité abondante qui baigne constamment ces orifices, tout au moins celui qui sert au passage de l'air expiré. Il est impossible d'imaginer une plus grande mobilité pour des soupapes respiratoires. L'espace compris entre les deux systèmes est si restreint et si rapproché des narines qu'on peut considérer comme étant absolument négligeable la quantité d'air déjà respiré que l'air inspiré est exposé à entraîner avec lui au moment où il traverse cet espace.

» Enfin le poids total et le volume de cet appareil sont également négligeables. Fixé au devant de la bouche et du menton qui lui sert de point d'appui, il est relié par des cordons d'attache à une calotte en cuir appliquée sur le sommet de la tête. Cet appareil est si peu gênant que les sujets employés dans mes expériences de travail, sur la roue de Hirn, l'ont porté pendant de longues suites d'heures sans avoir jamais été le moins du monde incommodés et sans que l'appareil ait été exposé au moindre dérangement ou déplacement.

» Ces expériences portaient sur l'énergétique musculaire. On avait à recueillir fréquemment l'air expiré dans la cloche spirométrique *ad hoc.* Alors, il fallait avoir recours à un tube intermédiaire reliant cette cloche à l'appareil respirateur. Quoique ce tube intermédiaire n'ait pas moins de 4 mètres, avec un diamètre variant entre 15^{mm} et 18^{mm} seulement, le sujet n'éprouvait aucune gêne.

» Cela nous suggéra l'idée d'essayer s'il en serait de même à l'inspiration. Le résultat fut excellent. On fit inspirer le sujet à travers un tube de 10 mètres de longueur et de 18^{mm} de diamètre. Les muscles inspirateurs s'adaptèrent si vite à cet appendice qu'au bout de quelques instants le sujet n'avait plus conscience de l'accroissement de résistance qui était apporté au passage de l'air. On ajouta ensuite un tube de 10 mètres de longueur et 25^{mm} de diamètre, sans que le sujet perçût le moindre changement. En somme, il était démontré que le sujet porteur de notre appareil pouvait, sans gêne aucune, prendre à une très grande distance de sa personne l'air nécessaire à la fonction respiratoire. Et il apparaissait que cette distance pût être accrue en quelque sorte indéfiniment, à la condition d'ac-

croître la section des tubes proportionnellement à l'accroissement de leur longueur.

» En tout cas, on peut voir, par l'exemple mis sous les yeux de l'Académie, l'absolue confiance que mérite ce mode de respiration. Le sujet qui fournit cet exemple prend l'air à 20 mètres, à travers un tube de 25^{mm} de diamètre. L'aisance respiratoire est si grande qu'on pourrait probablement doubler la longueur du tube sans introduire une gêne sensible dans l'appel de l'air inspiré.

» Examinons maintenant l'utilisation possible de ce dispositif pour les secours à porter dans les caves, puits, fosses d'aisances, égouts ou autres locaux envahis par des gaz irrespirables ou délétères.

» Notre outillage est, pour cet objet, particulièrement précieux, en ce qu'il est très peu encombrant, très léger, facilement transportable et qu'il peut être appliqué au sujet sauveteur en moins d'une minute.

» Un seul point restait indéterminé, à savoir si les sujets plongés dans une atmosphère délétère ne sont pas susceptible de s'intoxiquer par la peau et les muqueuses extérieures. D'un autre côté, il fallait s'assurer pratiquement que le fonctionnement des soupapes de l'appareil nasal est assez parfait pour garantir contre toute intoxication accidentelle. C'est à quoi l'on s'est appliqué dans les expériences suivantes :

» Expérience I (*sur le chien*). — Deux sujets de même taille, attachés chacun sur une planchette, sont introduits dans un espace confiné (caisse de 350 litres de capacité destinée à l'étude des échanges respiratoires). L'un des sujets ne subit aucune préparation. Il servira de témoin. L'autre est trachéotomisé et l'appareil à soupapes, fixé à côté de lui, sur un pied, est relié au tube trachéal. Grâce à un raccord en caoutchouc qui unit l'extrémité *aspirante* de l'appareil à une des tubulures qui traversent les parois de la caisse, le sujet respire l'air de la pièce où l'on opère, tandis que le sujet témoin est obligé de respirer l'air intérieur de la caisse.

» A cet air on substitue rapidement le gaz d'éclairage, à l'aide d'une large prise qu'on fait communiquer avec une tubulure de la partie supérieure de la caisse, une tubulure de la partie inférieure restant ouverte.

» Au bout de quelques minutes, l'air qui s'échappe par cette dernière tubulure a franchement l'odeur du gaz d'éclairage. On observe alors les sujets à travers la vitre qui éclaire l'intérieur de la caisse. Le sujet témoin ne respire plus, tandis que l'autre paraît plein de vie. Le courant du gaz d'éclairage à travers la caisse est continué pendant deux heures. N'était l'air rejeté par le survivant à chaque expiration dans la caisse, on pourrait affirmer que son corps est resté tout ce temps plongé dans une atmosphère de gaz d'éclairage. Toutefois, le bruit des soupapes indique que le sujet continue à respirer avec la plus grande régularité. On arrête alors l'expérience, parce que le gaz, malgré les fenêtres ouvertes, commence à indisposer les assistants et pour-

rait aussi indisposer le patient en s'introduisant dans l'ouverture destinée à l'entrée de l'air inspiré.

» Le couvercle de la caisse enlevé, on constate que l'animal, à côté du cadavre de son camarade, a conservé toute sa vivacité. Ce résultat heureux était bien le fait de l'appareil à soupapes, car, l'appareil supprimé et la caisse refermée, un nouvel envahissement de celle-ci par le gaz d'éclairage tue le sujet en quelques minutes.

» Expérience II (*sur l'homme : M. Tissot*). — C'est une expérience d'essai, dans un milieu irrespirable, mais d'une toxicité faible ou douteuse. On s'adresse, en effet, à l'acide carbonique. L'enceinte adoptée pour cette expérience a 5850^{lit} de capacité. Elle appartient au grand calorimètre à rayonnement du laboratoire et avait été disposée pour l'étude du travail musculaire de l'homme sur la roue de Hirn. Obligé de suspendre temporairement les expériences coûteuses pour lesquelles cet appareil a été installé, j'ai été heureux de pouvoir l'utiliser dans la présente circonstance.

» Le sujet s'introduit dans cette enceinte par le trou d'homme, avec un chien témoin attaché sur une planche. Celui-ci est placé sur un tabouret et le sujet s'assied sur un autre, un peu plus bas, après avoir relié le système respirateur fixé aux narines à deux des tubulures qui traversent les parois de l'enceinte.

» A 10^{h}15^{m} commence l'écoulement de l'acide carbonique dans la partie inférieure de l'enceinte. Ce gaz arrive à 10^{h}40^{m} à la hauteur du chien, qui se montre très malade. A 10^{h}45, celui-ci succombe. Toute la provision d'acide carbonique réservée à cette expérience est passée dans l'enceinte à 11^{h}10^{m}. Une ventilation énergique opère alors le mélange du gaz irrespirable avec l'air restant et le sujet demeure encore un quart d'heure dans ce milieu. Il sort de l'enceinte à 11^{h}25^{m}.

» Le séjour dans l'atmosphère carbonique a donc duré une heure dix minutes. Pendant ce laps de temps, la circulation et la respiration du sujet n'ont éprouvé aucun trouble. Mais l'effet irritant du gaz substitué à l'air s'est exercé d'une manière vive sur les conjonctives, surtout avant le jeu du ventilateur, ce qui prouve que le sujet était alors plongé dans une atmosphère d'acide carbonique presque pure. L'action irritante de ce gaz se faisait aussi sentir sur la langue quand elle était tirée hors de la bouche ou que le sujet parlait aux assistants qui entouraient le calorimètre. *Mais jamais cet effet irritant ne s'est exercé sur la pituitaire ou la muqueuse laryngienne, pourtant si impressionnables*, ce qui montre bien le parfait fonctionnement des jeux de soupapes de l'appareil nasal.

» A noter l'effet d'une inspiration profonde faite intentionnellement par la bouche : il en est résulté un vertige subit qui a disparu de suite sous l'influence de l'air amené par les voies nasales dans le poumon.

» L'analyse du milieu gazeux recueilli vers la fin de l'expérience a démontré que ce milieu contenait 52 pour 100 de gaz carbonique.

» Expérience III (*sur l'homme : M. Tissot*). — On emploie cette fois, comme milieu irrespirable, le gaz d'éclairage, qui est toujours toxique, surtout par l'oxyde de carbone mêlé aux carbures d'hydrogène.

» Entrée dans l'enceinte à 3^{h}. Deux branchements, ouverts à plein calibre, y amènent le gaz par le haut. L'air atmosphérique, graduellement chassé, s'échappe par les orifices ménagés à la partie inférieure de l'enceinte.

» Le sujet reste debout. A $3^h 20^m$, un cobaye, introduit en même temps que lui et placé sur un tabouret, est soulevé par le sujet à la hauteur de sa poitrine. Ce cobaye tombe instantanément sur le côté. Descendu au niveau des genoux, il revient à lui très rapidement.

» A $3^h 30^m$, le cobaye, laissé à cette même place, est atteint par le gaz, qui continue à descendre. L'animal s'affaisse de nouveau et ne se relève plus.

» Un nouveau cobaye est passé au sujet par le trou d'homme à $4^h 30^m$. Ce deuxième témoin, placé à la hauteur des genoux du sujet, tombe immédiatement sur le côté et succombe en moins d'une minute.

» L'expérience se termine à $4^h 45^m$. Elle a donc duré une heure trois quarts. Les détails de cette expérience démontrent que le corps du sujet a baigné *tout entier* dans une atmosphère de gaz irrespirable et délétère pendant une heure au minimum. Il n'en est résulté pour lui que le malaise causé par la quasi-immobilité en station debout prolongée, dans une position incommode. La circulation et la respiration sont restées absolument normales. Aucune sensation différente de celles qu'on éprouve dans l'air ordinaire n'a été perçue par le sujet. Il ne se serait pas aperçu, s'il ne l'avait su, qu'il vivait dans une atmosphère délétère.

» L'analyse a démontré que les éléments du gaz d'éclairage formaient les $\frac{95}{100}$ de cette atmosphère.

» Il est intéressant de faire savoir que le premier cobaye tenu pour mort et, comme tel, rejeté hors de l'enceinte, par le trou d'homme, a pu être rappelé à la vie, grâce à la respiration artificielle et quelques autres manœuvres.

» Expérience IV (*sur l'homme : M. Chauveau*). — Dans les expériences précédentes, l'inspiration de l'air extérieur, à l'aide de l'appareil à soupapes, s'est effectuée avec des tubes intermédiaires courts n'offrant, par conséquent, qu'une résistance insignifiante au passage du gaz aspiré. Le jeu des soupapes aurait-il aussi bien assuré la non-pénétration, dans le poumon, du milieu gazeux où le sujet était plongé, si le tube d'inspiration de l'air extérieur avait présenté une certaine résistance au passage de cet air extérieur? Il n'y avait pas lieu d'en douter. Toutefois, on crut bon de s'en assurer directement. On profita pour cela d'une tentative de simplification des conditions expérimentales.

» Sur le sujet assis entre deux tables de même hauteur, on renversa une caisse à respiration (capacité, 350^{lit}) formant cloche. Les bords de la cloche s'appuyant sur les tables, la tête du sujet occupait la partie tout à fait supérieure de cette petite enceinte. On y fit arriver le gaz d'éclairage en flots abondants, qui eurent bientôt chassé tout l'air atmosphérique primitivement contenu dans la caisse. La tête et une partie du tronc du sujet baignent alors dans le gaz d'éclairage, auquel s'ajoute seulement une quantité relativement très petite des gaz de la respiration. La toxicité de ce milieu était aussi élevée que possible, car un fort cobaye introduit dans la cloche et élevé à la hauteur du visage du sujet a succombé très rapidement.

» Quant au sujet lui-même, il est resté vingt minutes dans cette cloche et n'y a pas éprouvé le moindre malaise, si ce n'est un très léger picotement sur les conjonctives. Il faut ajouter qu'à aucun moment il n'a perçu l'odeur du gaz d'éclairage, même quand il faisait de grandes inspirations. Or, l'air était amené à l'appareil nasal par un

tube de 18^{mm} seulement de diamètre et 8^{m} de longueur, et la capacité respiratoire du sujet est très grande. L'appareil nasal fonctionnait donc aussi bien dans ces conditions qu'en l'absence de toute résistance à l'arrivée de l'air inspiré.

» Le sujet, comme le précédent, pouvait s'entretenir avec les assistants en utilisant la provision d'air d'une large inspiration. C'est seulement alors qu'il arrivait au sujet de sentir l'odeur du gaz où il était plongé. Il est probable que les soupapes devenaient à ce moment assez flottantes pour donner passage à une faible partie du gaz ambiant. D'où l'indication d'être ménager de ses paroles quand on opère dans un milieu méphitique.

» Conclusions. — 1° L'appareil nasal à séparation du courant d'air expiré et du courant d'air inspiré permet de prendre ce dernier à une grande distance du sujet, à l'aide d'un tube dont il suffit de proportionner la longueur à la section pour obtenir des résultats parfaits;

» 2° Les sujets munis de cet appareil peuvent séjourner et agir sans aucun danger dans des atmosphères irrespirables contaminées par des gaz délétères, tels que l'oxyde de carbone;

» 3° La démonstration de cette innocuité absolue est faite directement pour un séjour d'une heure de durée;

» 4° Le système se prête donc à toutes les opérations de sauvetage qu'on peut avoir à réaliser dans les locaux envahis par des gaz délétères;

» 5° Il s'y prête d'autant mieux que l'outillage est des plus simples, des plus faciles à transporter et qu'il suffit de quelques instants pour l'appliquer à l'agent sauveteur;

» 6° Au point de vue physiologique, il n'y a lieu de faire aucune réserve sur nos conclusions relatives au peu d'aptitude que la peau a manifestée pour l'absorption des poisons gazeux. Toutefois, nous attendrons, pour nous prononcer à l'égard des émanations sulfhydriques, d'en avoir éprouvé directement l'action dans les conditions de nos expériences actuelles. Ce sera très simple et très facile. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un éclair en boule*. Note de M. J. Violle.

« Le dimanche 9 juin 1901, à 1^{h}30^{m} p. m., vers la fin d'un orage assez violent passant au-dessus de Fixin, près Gevrey-Chambertin (Côte-d'Or), j'ai observé un éclair en boule dans les conditions suivantes :

» J'étais à un balcon faisant face à l'est, et de là je contemplais l'orage, qui se traduisait devant moi par des éclairs se succédant, à intervalles assez rapprochés, sous la forme de traits de feu à peine sinueux et presque

verticaux, généralement redoublés, à 3^{km} environ devant moi. Puis, après un repos de quelques minutes, je vis une boule de feu paraissant tomber du ciel, à la façon d'une pierre, dans la même place où s'étaient succédé les éclairs rectilignes et de la même hauteur. Après un nouvel intervalle, la région considérée fut encore illuminée à plusieurs reprises par des éclairs en effluve, sous forme de décharges diffuses localisées en un espace restreint.

» Je ne crois pas possible d'attribuer à une erreur d'optique le phénoméne que j'ai vu et qui a été vu en même temps, de façon identique, par une personne placée à côté de moi et à laquelle il arracha une exclamation immédiate.

» Je me suis assuré, d'ailleurs, qu'il ne s'était produit alors aucune chute d'aérolithe, bien que l'aspect du phénomène ne laissât aucun doute sur sa nature électrique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action d'un oxyde ou d'un hydrate métallique sur les solutions des sels des autres métaux : sels basiques mixtes.* Note de M. **Paul Sabatier.**

« Dans une Note récemment insérée aux *Comptes rendus* (même Tome, p. 1414), M. Recoura annonce qu'il a obtenu directement, par contact de l'hydrate cuivrique avec divers sels métalliques, des *sels basiques mixtes*, et il décrit un certain nombre de ces composés. Cette intéressante publication m'oblige à rappeler que j'ai moi-même, depuis longtemps, entrepris des recherches sur les actions que les oxydes ou hydrates métalliques produisent dans les solutions salines, et que *j'ai préparé toute une série de sels basiques mixtes* analogues à ceux que vient d'isoler M. Recoura.

» Les hydrates métalliques, ainsi que beaucoup des sels basiques qui peuvent prendre naissance, étant à peu près insolubles, les états d'équilibre ne sont atteints que très lentement dans un grand nombre de cas, si l'on opère à froid : c'est la raison qui m'a conduit à différer assez longtemps la publication définitive des résultats obtenus. A la suite de communications préliminaires faites au Congrès de l'Association Française (Pau, t. I, p. 185, 1892; Bordeaux, t. I, p. 243, 1895), ainsi qu'au Congrès des Sociétés Savantes tenu à la Sorbonne en 1895 (*Journal officiel* du 18 avril, 2190), j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie en 1897 et 1899 plusieurs Notes sur ces questions.

» Les actions exercées par l'oxyde ou l'hydrate d'un métal sur une solution d'un sel issu d'un autre métal peuvent être rattachées à six types distincts :

» 1° Il n'y a aucune action : c'est ce qui a lieu pour l'hydrate ferrique introduit dans les solutions cuivriques, argentiques, etc.

» 2° Il y a déplacement pur et simple de l'hydrate du sel dissous : par exemple quand on met de l'oxyde d'argent ou de l'hydrate de nickel dans une solution de sel ferrique, ou aluminique.

» 3° Il y a déplacement partiel avec précipitation d'un sel basique insoluble issu de l'un des deux métaux antagonistes. Ainsi, j'ai trouvé (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 176) qu'une petite quantité d'oxyde d'argent, introduite dans une solution de nitrate cuivrique, fournit un dépôt de nitrate tétracuivrique insoluble. Au contraire, l'oxyde mercurique placé dans une solution de sulfate ferrique y précipite exclusivement du sulfate trimercurique (trouvé récemment par M. Mailhe).

» 4° Il y a oxydation du sel dissous par l'oxyde ou l'hydrate facilement réductibles, ou inversement, il y a suroxydation de l'oxyde par le sel dissous, le phénomène étant suivi dans chacun de ces cas par l'action ultérieure réciproque des produits formés, action d'où résultera fréquemment un sel basique. Un exemple du premier cas est offert par l'oxyde mercurique dans une solution de sulfate ferreux : il y a mise en liberté de mercure métallique, avec production simultanée de sulfate mercureux et de sulfate basique ferrique (Mailhe). Le second cas se rencontre dans l'action de l'oxyde cuivreux sur l'azotate d'argent : j'ai montré qu'il y a dépôt d'argent métallique et de nitrate tétracuivrique (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 363).

» 5° Il y a formation d'un *oxyde mixte*, accompagné ou non d'un sel basique. Ce genre de réaction, signalé jadis par H. Rose, se produit assez souvent quand l'un des oxydes antagonistes est l'oxyde d'argent. Ainsi, dans les solutions des sels de cobalt, l'oxyde d'argent précipite l'oxyde noir $Co(OAg)^2$; dans les solutions de sels de plomb, j'ai trouvé qu'il se produit un plombite noir $Pb(OAg)^2$ en même temps que des cristaux de nitrate diplombique. Je me propose de revenir prochainement sur cette dernière réaction.

» 6° Il y a production d'un *sel basique mixte* issu des deux métaux. J'ai observé que ce cas est assez fréquent. Ainsi j'ai indiqué (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 175 ; 1897, et t. CXXIX, p. 211 ; 1899) que l'hydrate cuivrique abandonné à froid dans les solutions aqueuses de divers sels d'argent

(nitrate, sulfate, chlorate, hyposulfate) s'y change lentement en sel basique *cristallisé* argentocuivrique, dont la composition peut changer avec la concentration des liqueurs. On peut arriver moins commodément aux mêmes sels mixtes en partant du système inverse, oxyde d'argent dans le sel de cuivre.

» M. André avait en 1888 préparé un sel de cette espèce

$$MnCl^2, 3Cu(OH)^2,$$

en faisant bouillir une solution de chlorure manganeux avec de l'oxyde cuivrique.

» J'ai observé moi-même beaucoup d'autres formations similaires, et notamment celle de *sels basiques mixtes cristallisés* dans l'action de l'hydrate cuivrique bleu ou de l'hydrate tétracuivrique sur diverses solutions salines, nitrate de cobalt, nitrate ou sulfate de nickel, etc. Sur mes conseils, l'un de mes élèves, M. Mailhe, a continué cette étude spécialement pour l'hydrate cuivrique, et pour l'oxyde mercurique, avec lequel il a déjà obtenu de nombreux sels mixtes basiques cristallisés qu'il a décrits (*Comptes rendus,* mai et juin 1901).

» Quant à l'importance que le groupement *tétracuivrique* paraît manifester dans les résultats de M. Recoura, elle résulte de la grande stabilité de ce groupement qui, ainsi que je l'ai montré antérieurement (*Comptes rendus,* t. CXXV, p. 101 et 301), donne lieu très facilement à toute une série de sels cristallisés tétracuivriques, qui se développe parallèlement à la série des sels monocuivriques. Cette tendance à donner des oxydes polymétalliques se rencontre chez d'autres métaux; et, pour eux comme pour le cuivre, elle conduit à des séries régulières de sels bien définis et cristallisés : tels sont les groupements tétrazincique, di, tri et tétramercuriques, di, tri et tétraplombiques.

» C'est à ces divers types que se rapportent la plupart des sels basiques mixtes où interviennent ces divers métaux. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section d'Anatomie et Zoologie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Flower*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 39,

M. Van Beneden obtient.	38 suffrages
M. Waldeyer »	1 »

M. **Édouard Van Beneden**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Théorie des surfaces du troisième ordre.* Mémoire de M. **Dumont**, présenté par M. Appell.

(Commissaires : MM. Appell et Humbert.)

« Ce Mémoire est un exposé détaillé des principales propriétés des surfaces du troisième ordre traitées par les méthodes de la Géométrie projective. Une première Partie est relative à la Géométrie du troisième ordre sur une droite ou autour d'un point et au rappel des propriétés des cubiques planes. La deuxième Partie est consacrée aux surfaces du troisième ordre, à leurs principaux modes de génération, à leurs singularités, à leur classification et à leur représentation sur le plan. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Trois fascicules des « Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par *Albert Ier*, prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction, avec le concours de M. *Jules Richard.* »

Fascicule XVII : Céphalopodes provenant des campagnes de la *Princesse-Alice* (1891-1897), par *Louis Joubin.*

Fascicule XVIII : Hydraires provenant des campagnes de l'*Hirondelle* (1886-1888), par *Camille Pictet* et *Maurice Bedot.*

Fascicule XIX : Étude de fonds marins provenant du voisinage des Açores et de la portion orientale de l'Atlantique nord, par *J. Thoulet.*

2° Le numéro de mai 1901 du *Bulletin mensuel de la Station géophysique d'Uccle*, par M. *E. Lagrange* (présenté par M. de Lapparent).

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Troisième série d'observations de la nouvelle étoile de Persée*. Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Janssen.

« Cette note fait suite à deux notes précédentes sur la nouvelle étoile qui peuvent être ainsi résumées :

» 1° Observations du 26 février au 3 mars : La nouvelle de Persée est reconnue semblable à l'étoile nouvelle précédente du Cocher; elle offre, comme cette dernière, les raies des protubérances solaires, très brillantes et larges, divisées en plusieurs parties, fortement déplacées vers le rouge et accolées à de larges raies noires. Le phénomène peut s'expliquer à la rigueur par un seul astre qui serait le siège d'éruptions gigantesques.

» 2° Observations du 3 mars au 17 mars : Les larges raies noires ont aussi des divisions très nettes, fortement déplacées vers le violet. Un seul astre ne peut suffire à l'explication. Il semble nécessaire d'admettre au moins deux astres qui se rapprochent l'un de l'autre avec une énorme vitesse.

» Cependant, deux étoiles nouvelles antérieures, après avoir montré au début le spectre des protubérances solaires, ont offert à la fin un spectre très simple qui est exactement celui des nébuleuses. Ce résultat singulier offre un intérêt de premier ordre.

» Aussi j'ai poursuivi l'étude spectrale de l'étoile avec le concours de M. Millochau, aide astronome, et de M. Burson, assistant, en portant principalement mon attention sur la présence ou l'absence des trois raies vertes caractéristiques des nébuleuses (à savoir, λ 500,7, la plus intense, λ 495,9 et λ 486,4, due à l'hydrogène).

» De là une troisième série d'observations (du 17 mars au 14 mai), poursuivie dans des conditions difficiles. Le temps a été généralement mauvais, et l'étoile, de laquelle le Soleil se rapprochait, a été observable à l'horizon seulement, dans les lueurs du crépuscule.

» Dans cette période, l'étoile, tout en diminuant lentement, d'une manière générale, a présenté des variations d'éclat à peu près périodiques, déjà décrites par plusieurs auteurs. L'éclat a varié de la quatrième à la septième grandeur au moins, l'amplitude des oscillations étant de une grandeur environ.

» Mais, dans ces conditions nouvelles, le grand spectrographe à deux prismes des premières observations, qui était, en mars dernier, le seul pouvant être fixé à la grande lunette de Meudon, avait une dispersion trop forte. Il a fallu organiser rapidement plusieurs appareils nouveaux : 1° pour la photographie, (*a*) une chambre nouvelle destinée au spectrographe précédent, deux fois plus courte, et donc donnant un spectre quatre fois plus intense, (*b*) un petit spectrographe à un seul prisme, (*c*) un spectrographe du type dit *oculaire*, sans fente et sans lentilles auxiliaires, assurant la photographie des spectres très faibles; 2° pour l'observation oculaire, (*a*) la substitution d'un oculaire à micromètre à la chambre photographique dans les appareils précédents, (*b*) un petit spectroscope oculaire à vision directe.

» Les appareils précédents peuvent être fixés, soit à la grande lunette de $0^m,84$, soit à la lunette photographique de $0^m,60$. En général, la photographie du vert jaune et l'observation oculaire ont été faites avec la grande lunette de $0^m,84$, et la photographie du bleu avec l'autre lunette. Parfois on a pu photographier le spectre avec les deux lunettes à la fois.

» Je résume ici les principaux résultats : Dans les deux premières séries d'observation l'étoile a présenté, dans le vert, non les raies des nébuleuses, mais les raies du parhélium (λ 492 et λ 501,5) très voisines des précédentes.

» Une épreuve du 3 mars dans le vert jaune montre trois raies larges de l'étoile juxtaposées aux trois raies fines λ 486, λ 492 et 501,5 de l'hydrogène et du parhélium dans le spectre terrestre de comparaison. Les deux raies larges du parhélium dans l'étoile sont déplacées vers le rouge, mais de la même quantité que la raie de l'hydrogène. L'aspect est le même sur d'autres épreuves postérieures.

» Or une épreuve de la troisième série, du 17 avril, dans le vert jaune, donne un résultat différent. Le spectre de comparaison comprend toujours ces trois mêmes raies de l'hydrogène et de l'hélium. Mais, dans l'étoile, la raie du milieu (λ 392) manque; la raie de l'hydrogène est assez intense et déplacée vers le rouge; enfin, la troisième raie est nette, quoique faible, et est déplacée vers le rouge beaucoup moins que la précédente. Toutes ces raies larges de l'étoile ont un maximum assez net du côté du violet. Si l'on mesure les positions de ces maximum, on trouve que la troisième raie a pour longueur d'onde non 501,5, mais 500,8.

» *En résumé*, le 17 avril, la nouvelle étoile *présentait très probablement la raie caractéristique des nébuleuses*. On ne peut être plus affirmatif, car la grande largeur des raies est un obstacle à la précision.

» Le 17, l'étoile avait la grandeur 5 et était voisine d'un minimum.

» Les observations ultérieures de la région verte ont été faites avec

l'œil, car les plaques photographiques du commerce sont peu sensibles dans le vert. Mais ces observations ont une valeur moindre, d'autant que les vibrations de la grande lunette apportent alors une gêne sérieuse.

» 23 avril : on trouve λ 501,4 pour la raie verte principale. Grandeur de l'étoile 4,20.

» 24 avril : on a λ 501,2; mesure douteuse.

» 14 mai : la raie verte de l'étoile voisine de λ 501,5 est notablement plus forte que la raie de l'hydrogène; sa longueur d'onde mesurée est λ 500,65. De plus, on aperçoit entre les deux raies précédentes une raie faible qui occupe à peu près la place de la raie des nébuleuses λ 495,9. Mais la faiblesse de la raie ne permet pas une mesure précise. Grandeur de l'étoile inférieure à 7.

» Bref, il est très probable que, ce jour-là, l'étoile offrait le spectre complet des nébuleuses ([1]).

» Ces résultats sont à rapprocher de ceux de M. de Gothard, qui a reconnu dans l'étoile en avril la présence de la raie ultra-violette λ 386 des nébuleuses, à l'époque des minimums d'éclat (*Astronomische Nachrichten*, n° 17).

» L'étoile, dans sa phase de décroissance, paraît soumise à des variations qui tantôt font prévaloir la lumière des protubérances solaires, laquelle correspond à son état initial et à ses maximums d'éclat, et tantôt laissent apparaître ou même prédominer la lumière spéciale des nébuleuses qui, d'après les analogies, doit constituer son état final.

» Il est regrettable que les conditions très défavorables de l'observation ne permettent pas de suivre facilement les transformations curieuses de la nouvelle étoile. »

([1]) Le spectre complet des nébuleuses n'était pas seul, mais était superposé au spectre des protubérances solaires. D'ailleurs, dans cette troisième série d'observations, les nombreuses épreuves faites avec la lunette photographique et le spectrographe (*c*), sans fente et sans lentilles, montrent que les raies des protubérances solaires, tout en s'affaiblissant dans l'étoile, conservent le même aspect général que dans les première et deuxième séries.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la déformation continue des surfaces.* Note de M. **D.-Th. Egorov.**

« Dans une Note publiée dernièrement (*Comptes rendus*, p. 1100; 6 mai 1901), M. Tzitzeica a bien voulu faire allusion à l'une de mes Notes récentes (*Comptes rendus*, p. 302; 11 février 1901), en rappelant qu'il avait déjà communiqué antérieurement (*Comptes rendus*, p. 1276; 23 mai 1890) une partie de mes résultats. Je m'empresse de réparer ma faute en signalant qu'il s'agit du résultat suivant, appartenant à M. Tzitzeica : il existe une famille simplement infinie de surfaces tétraédrales

$$(1) \qquad \left\{ \begin{aligned} x &= A(a+u)^{\frac{3}{2}}(a+v)^{\frac{3}{2}}, \\ y &= B(b+u)^{\frac{3}{2}}(b+v)^{\frac{3}{2}}, \\ z &= C(c+u)^{\frac{3}{2}}(c+v)^{\frac{3}{2}}, \end{aligned} \right.$$

applicables les unes sur les autres, le système $u = \text{const.}$, $v = \text{const.}$ étant le système conjugué commun.

» Je me propose maintenant d'indiquer quelques remarques relatives au sujet traité dans la Note récente de M. Tzitzeica.

» Il s'agit du problème suivant : *Trouver toutes les surfaces qui admettent un réseau conjugué invariable dans une déformation continue.* M. Tzitzeica s'est placé dans un cas particulier, qu'il croit d'ailleurs être le cas général (*loc. cit.*, p. 1100). Qu'il me soit permis de faire observer que, contrairement à l'opinion exprimée par M. Tzitzeica, il n'en est pas ainsi. En effet, l'analyse de M. Tzitzeica conduit seulement aux surfaces que j'avais signalées dans ma Note citée et qui se déduisent des surfaces tétraédrales (1) à l'aide des transformations de Peterson (1). Quant au problème général, on en connaît des solutions particulières distinctes de la solution que je viens de rappeler. Il suffit de nommer les résultats obtenus par MM. Bour, Bonnet (déformation des surfaces de révolution et des surfaces moulures), Bianchi (surfaces de translation), Voss (surfaces admettant un système conjugué formé de géodésiques), Peterson (2).

(1) Consulter la Note citée de M. Tzitzeica, p. 1101, 1102.

(2) *Recueil mathématique de Moscou*, t. I.

» D'après les recherches de MM. Guichard, Bianchi, Cosserat, la détermination des surfaces qui admettent un réseau conjugué invariable dans une déformation continue revient, en définitive, à la recherche des équations de Laplace à invariants égaux de la forme

$$(2)\qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = k\theta,$$

dont trois solutions quelconques θ_1, θ_2, θ_3 vérifient une relation de la forme

$$(3)\qquad \theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2 = \varphi(u) + \psi(v).$$

» En supposant $k = 0$, on parvient à la plus grande partie des résultats connus; les surfaces étudiées dans la Note de M. Tzitzeica et dans la mienne correspondent à l'équation d'Euler $E\left(\frac{1}{2}\right)$. Du reste, voici un résultat qui paraît être nouveau.

» Considérons l'équation

$$(4)\qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = \frac{2}{(u+v)^2}\theta,$$

et ses trois solutions

$$(5)\qquad \left\{\begin{aligned} \theta_1 &= 2\frac{U}{u+v} - U',\\ \theta_2 &= 2\frac{U_1}{u+v} - U_1',\\ \theta_3 &= 2\frac{V}{u+v} - V', \end{aligned}\right.$$

où l'on a désigné par U, U_1 et V des fonctions de u et de v respectivement, vérifiant les relations

$$(6)\qquad \left\{\begin{aligned} U^2 + U_1^2 &= a_0 u^3 + a_1 u^2 + a_2 u + a_3,\\ V^2 &= a_0 v^3 - a_1 v^2 + a_2 v - a_3. \end{aligned}\right.$$

» On s'aperçoit aisément que les trois solutions (5) vérifient une relation de la forme (3). La surface la plus générale admettant un système conjugué invariable dans une déformation continue et correspondant à l'équation (4) est l'enveloppe du plan

$$(7)\qquad \theta_1 x + \theta_2 y + \theta_3 z + \omega = 0,$$

où l'on a désigné par ω la solution générale de l'équation (4). On parviendrait aisément à ce même résultat en considérant la surface associée

correspondante que l'on déduit du conoïde droit en lui appliquant la transformation indiquée par M. Bianchi dans l'un de ses Mémoires insérés dans les *Annali di Matematica* (2e série, t. XVIII). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorie des groupes linéaires dans un domaine arbitraire de rationalité.* Note de M. **L.-E. Dickson**, présentée par M. Jordan.

« On peut faire une corrélation entre les théories spéciales des groupes analytiques par l'étude des groupes de transformations dans un domaine général.

» J'ai démontré [1] qu'il existe quatre systèmes infinis de groupes de transformations qui sont simples dans un domaine arbitraire de rationalité [2]. Ce sont les systèmes (1), (2), (3), (4), indiqués ci-dessous. Pour le domaine C des nombres complexes, ces groupes sont les groupes continus de Sophus Lie, qui sont tous les systèmes de groupes simples et continus d'un nombre fini de paramètres.

» 1. Le groupe de toutes les transformations linéaires et homogènes de déterminant unité sur m variables, les coefficients appartenant à un domaine F, a un sous-groupe invariant maximum formé des transformations

$$\xi_i' = \mu\xi_2, \qquad [\mu^m = 1] \qquad (i = 1, 2, \ldots, m).$$

» Ainsi le groupe de transformations linéaires fractionnaires de déterminant unité sur $m - 1$ variables est simple pour tout domaine F.

» 2. Le groupe abélien linéaire (d'après la définition de M. Jordan), dans un domaine quelconque F, a pour sous-groupe invariant maximum le groupe formé par l'identité et la transformation T qui multiplie chaque variable par -1.

» 3. Le groupe linéaire et homogène le plus général dans F, qui laisse invariante la forme quadratique

$$\xi_0^2 + \xi_1\eta_1 + \xi_2\eta_2 + \ldots + \xi_m\eta_m,$$

---

[1] *Transactions of the American Mathematical Society*, octobre 1901.

[2] Pour le domaine de l'ordre fini p^n, les valeurs $p^n = 2, 3$ sont souvent exceptionnelles. Voir mon Traité *Linear Groups* (Leipzig, 1901).

est composé des transformations A, $A(\xi_m \eta_m)$, $AT_{m,\nu}$ et $AT_{m,\nu}(\xi_m \eta_m)$, où les transformations A forment un groupe simple (si $m \gtreqless 2$), et $T_{m,\nu}$ est une des transformations

$$\xi'_m = \nu \xi_m, \qquad \eta'_m = \frac{1}{\nu} \eta_m,$$

où ν n'équivaut à aucune quantité carrée du domaine F.

» 4. Le groupe linéaire et homogène qui laisse invariante

$$\xi_1 \eta_1 + \xi_2 \eta_2 + \ldots + \xi_m \eta_m$$

a un sous-groupe [de transformations A comme pour le groupe (3)] qui est simple, ou a le sous-groupe invariant maximum composé de l'identité et de T.

» J'ai trouvé deux autres systèmes infinis de groupes simples dans un domaine arbitraire ([1]). Sauf pour le domaine continu C, ces groupes ne sont pas isomorphes aux groupes précédents.

» 5. Le groupe linéaire et homogène qui laisse invariante

$$\xi_0^2 - \nu \eta_0^2 + \xi_1 \eta_1 + \xi_2 \eta_2 + \ldots + \xi_m \eta_m,$$

où ν n'est pas le carré d'une quantité du domaine F.

» 6. Soit Q le domaine qui résulte après l'extension de F par l'adjonction d'une racine de l'équation $x^2 = \nu$. Soit $\bar{y}$ la quantité conjuguée à y dans Q. Les transformations sur les variables ξ_i, $\eta_i (i = 1, \ldots, m)$, avec coefficients en Q de déterminant unité, qui laissent invariante la fonction

$$\sum_{i=1}^{m} (\xi_i \bar{\eta}_i - \eta_i \bar{\xi}_i)$$

forment le groupe hyperabélien. Le sous-groupe invariant maximum est composé des transformations

$$\xi'_i = x \xi_i, \quad \eta'_i = x \eta_i, \quad [x^{2m} = 1, x\bar{x} = 1] \quad (i = 1, \ldots, m).$$

» Ainsi le groupe hyperabélien de transformations linéaires fractionnaires est simple dans tout domaine. »

([1]) J'ai communiqué ces démonstrations à la Société de Mathématiques de Londres.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration de l'équation*

$$\Delta w - \mu^2 w = 0.$$

Note de M. S. Zaremba, présentée par M. Poincaré.

« L'espace étant rapporté à un système de coordonnées rectangulaires x, y, z, désignons par r la distance des points (x, y, z) et (x', y', z'), par μ un nombre réel non négatif, et par e, suivant l'usage, la base des logarithmes népériens. La fonction $\frac{e^{-\mu r}}{r}$ sera, comme on sait, une intégrale particulière de l'équation aux dérivées partielles

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} - \mu^2 w = 0.$$

» Substituons, dans l'expression d'un potentiel newtonien de simple couche et dans celle d'un potentiel de double couche, la fonction $\frac{e^{-\mu r}}{r}$ à la fonction $\frac{1}{r}$.

» Nous obtiendrons de nouvelles intégrales de l'équation (1), intégrales que nous appellerons *potentiel généralisé de simple couche et potentiel généralisé de double couche* ayant le nombre μ pour nombre caractéristique.

» Soient (S) une surface fermée et $\mathcal{F}(x, y, z)$ une fonction quelconque. Nous aurons à considérer les éléments suivants : 1° la valeur limite de la fonction $\mathcal{F}$ pour le côté intérieur de la surface (S); 2° la dérivée de la fonction $\mathcal{F}$ suivant la normale à la surface, pour le côté intérieur; 3° les quantités analogues pour le côté extérieur de la surface (S). Nous représenterons ces quantités par les symboles

$$(\mathcal{F})_i, \quad (\mathcal{F})_e, \quad \left(\frac{d\mathcal{F}}{d\mathcal{N}}\right)_i \quad \text{et} \quad \left(\frac{d\mathcal{F}}{d\mathcal{N}}\right)_e.$$

» Supposons que la surface fermée (S), pouvant se composer d'un nombre quelconque de nappes, admette, en chacun de ses points, un plan tangent déterminé et que l'angle aigu, formé par deux normales, soit inférieur au produit d'une constante par la distance des pieds de ces normales; supposons en outre que la portion (S') de la surface (S), située à

l'intérieur d'une sphère de rayon fixe, mais assez petit, ayant pour centre un point quelconque O pris sur la surface, n'ait jamais plus d'un seul point commun avec une parallèle à la normale en O. Cela posé, soit φ une fonction continue donnée définie sur la surface (S) et λ un paramètre variable. On peut, en s'appuyant sur les belles méthodes introduites par M. Poincaré dans la théorie des équations de la Physique, établir les propositions suivantes :

» Il existera un potentiel généralisé de simple couche u, fonction analytique du paramètre λ, vérifiant l'équation

$$\left(\frac{du}{d\mathfrak{N}}\right)_e - \left(\frac{du}{d\mathfrak{N}}\right)_i = \lambda\left[\left(\frac{du}{d\mathfrak{N}}\right)_e + \left(\frac{du}{d\mathfrak{N}}\right)_i\right] + 2\varphi,$$

et ayant pour nombre caractéristique un nombre donné μ, réel et non négatif. Il existera aussi un potentiel généralisé de double couche v, fonction analytique du paramètre λ et ayant aussi le nombre μ pour nombre caractéristique, tel que l'on ait

$$(v)_i - (v)_e = \lambda[(v)_i + (v)_e] + 2\varphi.$$

» Les fonctions u et v, en tant que fonctions de λ, seront des fonctions analytiques, n'admettant, à distance finie, dans le plan de la variable λ, d'autres points singuliers que des pôles simples; ces pôles seront tous réels et feront partie d'un ensemble dénombrable ne dépendant que de la surface (S) et du nombre μ; enfin les résidus polaires des fonctions u et v seront exprimables par des combinaisons linéaires et homogènes, à coefficients constants, de fonctions qui, pour $\mu = 0$, se réduisent aux fonctions fondamentales ([1]) de M. Poincaré et qui forment un ensemble dénombrable, ne dépendant que de la surface (S) et du nombre μ.

» Les propositions précédentes conduisent à une démonstration générale des méthodes de Neumann et de Robin; elles sont une généralisation et un complément de celles que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie des Sciences de Cracovie le 4 mars 1901. »

([1]) Poincaré, *La méthode de Neumann et le problème de Dirichlet* (*Acta mathematica*, 1896).

PHYSICO-CHIMIE. — *Actions chimiques dans les systèmes dissous ou gazeux. Tension de vapeur. Hypothèse d'Avogadro.* Note de M. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai déjà considéré les actions chimiques qui, se produisant entre deux systèmes de corps, sont limitées quelle que soit la grandeur de la dilution ou raréfaction, l'équilibre étant indépendant de cette dilution ou raréfaction (19 et 26 mars 1900).

» Le dissolvant ne prenant pas part à la réaction chimique, je suppose qu'à une dilution infinie (P et T constants), l'un des deux systèmes tende à remplacer l'autre entièrement; l'équilibre est alors variable avec la dilution; si l'on diminue la masse e du dissolvant, l'un des deux systèmes, 1 par exemple, s'accroît; si l'on augmente e, le système 2 s'accroît en même temps que m, nombre de molécules d'un de ses composants.

» Partant d'une solution non en équilibre chimique, si le système 2 doit s'y accroître, $\frac{d\Phi}{dm}$ est négatif; on établira l'équilibre

$$\frac{d\Phi}{dm} = 0,$$

en diminuant e; d'où $\frac{\partial}{\partial e}\frac{d\Phi}{dm}$ est négatif. Si, au contraire, dans une réaction spontanée, le système 2 doit diminuer, $\frac{d\Phi}{dm}$ est positif; on établira l'équilibre avec un accroissement de e; $\frac{\partial}{\partial e}\frac{d\Phi}{dm}$ est encore négatif. Or

$$\frac{\partial}{\partial e}\frac{d\Phi}{dm} = \frac{d}{dm}\frac{\partial\Phi}{\partial e} = v\frac{df_e}{dm},$$

f_e étant la tension de vapeur du dissolvant et v le volume spécifique correspondant, d'où :

» *La formation réelle ou virtuelle du système qui tend à exister seul à une dilution infinie et qui décroît quand on enlève du dissolvant, diminue la tension de vapeur de ce dissolvant; celle du système antagoniste accroît cette tension de vapeur.*

» Le dissolvant étant enlevé entièrement, le système 2 n'a pas entièrement disparu; il décroîtra encore si la pression tend vers l'infini. A re-

marquer que le système pourra devenir hétérogène et que, pour e infini, $v\frac{df}{dm}$ tend vers zéro.

» *Pression osmotique.* — La solution est maintenant soumise à une pression variable P qui la met en équilibre avec le dissolvant, sous une pression invariable p; dP est la différentielle de la pression osmotique $\Pi = P - p$. Partant d'une solution en équilibre chimique, si P croît, le système 1 augmente; si P décroît, le système 2 croît ainsi que la masse m d'un de ses composants

$$\frac{\partial}{\partial P}\frac{d\Phi}{dm_{PT}} \quad \text{ou} \quad \frac{dV}{dm}$$

est positif.

» V étant le volume de la solution, supposons que les systèmes 1 et 2 soient en proportions équivalentes, si V_1 est le volume de la solution où le système 1 serait entièrement formé, V_2 le volume correspondant pour le système 2 sous la pression osmotique Π, $\Pi(V_2 - V_1)$ est positif, quel que soit Π.

» *Systèmes gazeux.* — La pression P exercée sur le mélange gazeux remplace ici la pression osmotique; la conclusion précédente se retrouve facilement. $P(V_2 - V_1)$ est positif, quel que soit P.

» PV_2 et PV_1 tendent chacun vers une valeur limite, il en est de même de leur différence.

» *Conséquence.* — Considérons l'équilibre chimique représenté par l'équation suivante entre les corps A, B, M, N,

$$n_1 A + n_2 B \rightleftarrows n_3 M + n_4 N,$$

n_1, n_2, n_3, n_4 étant le nombre de molécules réagissantes pour chacun des corps, la masse moléculaire choisie pour chaque corps étant celle qui satisfait le mieux à l'hypothèse d'Avogadro.

» On a

$$\text{limite } PV_1 = \lim n_1 p_1 v_1 + n_2 p_2 v_2,$$
$$\text{limite } PV_2 = \lim n_3 p_3 v_3 + n_4 p_4 v_4,$$

posant, en général, $\lim pv = i$RT, on a

$$i_3 n_3 + i_4 n_4 > i_1 n_1 + i_2 n_2.$$

et, dans les réactions chimiques limitées dont l'équilibre varie avec la tem-

pérature et avec la pression, si

$$n_3 + n_4 = n_1 + n_2 \quad \text{ou encore} \quad n_3 = n_4 = n_1 = n_2,$$

comme dans l'équilibre

$$CO^2 + H^2 = CO + H^2O,$$

étudié par M. Boudouard; il faut que les valeurs *de ι soient inégales, ce qui exige que l'hypothèse d'Avogadro ne soit pas regardée comme rigoureuse.*

» Même conclusion relativement aux systèmes dissous.

» *Remarque.* — L'expérience apprend que, lorsqu'on élève la température des corps composés, ces corps se décomposent, se dissocient en d'autres corps qui peuvent provoquer de nouvelles réactions chimiques. De même, certains corps simples subissent des transformations chimiques quand on élève leur température.

» Lorsque nous considérons un équilibre chimique, nous le représentons généralement par une équation chimique simple; cela n'est conforme à l'expérience que si chaque corps, figurant dans l'équation, se trouve réellement dans le mélange sans trace de décomposition. On ne peut l'admettre que dans certains cas et dans certaines limites de température et de pression. Lorsqu'un corps entrant dans l'équation chimique de l'équilibre subit une décomposition limitée, il en résulte que le volume moléculaire de ce corps, considéré seul, n'est plus une grandeur réelle. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Constantes capillaires de liquides organiques.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **A. Baud**, présentée par M. A. Haller.

« Nous avons effectué une seconde série de déterminations de constantes capillaires relatives à des liquides organiques; nous en transcrivons les détails dans le Tableau suivant, établi de la même façon que celui reproduit dans notre précédente Communication [1].

$t°$.	d.	γ.	$\gamma(M v)^{\frac{2}{3}}$.	K.	x.
	$C^4H^9.CH:N.OH$		*Valéroxime.*	M = 101.	
16,2	0,8958	27,28	636,66	»	»
55,4	0,8608	23,58	565,12	1,825	1,25
106,4	0,8144	19,40	482,44	1,709	1,39
152,2	0,7715	15,58	401,70	1,727	1,35

[1] Voir Guye et Baud, *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1481.

t^o.	d.	γ.	$\gamma(Mv)^{\frac{2}{3}}$.	K.	x.
	$\left.\begin{matrix}CH^3\\C^2H^5\end{matrix}\right\rangle C:N.OH$	*Méthyléthylcétoxime.*		M = 87.	
13,8	0,9263	29,30	605,40	»	»
150,4	0,7963	16,05	366,81	1,746	1,33
	$C^6H^5.O.CO.NH^2$	*Phényluréthane.*		M = 137.	
63,8	1,0780	34,17	857,09	»	»
108,8	1,0388	30,68	794,90	1,382	1,90
152,8	0,9990	26,17	695, 9	1,810	1,26
	$CH^3.O.CO.NH^2$	*Méthyluréthane.*		M = 75.	
55,9	1,1358	37,49	612,47	»	»
101,2	1,0872	32, 2	541, 6	1,564	1,57
150,9	1,0334	26,70	464,55	1,557	1,58
	$C^2H^5O.CO.NH^2$	*Éthyluréthane.*		M = 89.	
65,1	1,0395	30,26	587,81	»	»
107,6	1,0006	26,30	524,06	1,500	1,68
152,6	0,9509	22,00	453,30	1,537	1,62
	$C^3H^7.O.CO.NH^2$	*Isopropyluréthane.*		M = 103	
65,5	0,9951	27,67	610,00	»	»
107,3	0,9552	24,18	547,80	1,488	1,701
152,4	0,9097	20,56	481,16	1,494	1,691

» L'examen des valeurs numériques de K et x obtenues conduit à formuler les conclusions suivantes :

» 1. Tous les corps mentionnés plus haut sont polymérisés à l'état liquide; les uréthanes de la série grasse et le valéroxime conservent chacun le même degré de polymérisation dans tout l'intervalle de température dans lequel ils ont été étudiés; le phényluréthane, formé de molécules doubles à basse température, se décompose en molécules plus simples à température élevée.

» Aux groupes chimiques déjà connus, comme caractérisés par la polymérisation à l'état liquide (eau, alcools, acides, cétones, nitriles aliphatiques), il faut donc ajouter le groupe des oximes et celui des uréthanes.

» 2. Le groupe des uréthanes aliphatiques donne lieu à une observation tout à fait nouvelle : à l'inverse de ce que l'on observe chez tous les groupes

de liquides anormaux, le dérivé méthylé est moins polymérisé que le dérivé éthylé, et celui-ci, moins que le composé propylé.

» 3. Si l'on rapproche nos résultats de ceux de nos devanciers, on est amené à conclure que les phénomènes de polymérisation des liquides sont en relation étroite avec la fonction chimique. En effet, on les observe jusqu'à présent avec les fonctions : OH alcoolique, OH acide, CO des cétones et aldéhydes, CN des nitriles, NH^2 des amines aromatiques, fonctions que nous appellerons, pour abréger, *fonctions polymérisantes*.

» Il est aisé de constater que lorsqu'un corps présente deux de ces fonctions, la polymérisation est, en général, plus accentuée, à complexité moléculaire égale, que lorsqu'une seule entre en jeu.

» *Exemples :* Les acides gras, avec les deux fonctions polymérisantes CO et OH, sont plus polymérisés que les alcools ou cétones du même nombre d'atomes de carbone (voir les mesures de MM. Ramsay et Shields et de MM. Dutoit et Friederich); de même les uréthanes, avec les deux fonctions polymérisantes NH^2 et CO, sont plus polymérisés que les amines ou cétones de même complexité moléculaire :

		K.
Aniline..................	$C^6H^5.NH^2$	1,60 à 2,05
Acétophénone...........	$CH^3.CO.C^6H^5$	2,14
Phényluréthane..........	$C^6H^5.OCONH^2$	1,38 à 1,81

» Ces faits nous paraissent confirmer l'opinion émise dès 1892 par l'un de nous ([1]) que la polymérisation des liquides, telle qu'elle est révélée par la méthode des ascensions capillaires et d'autres propriétés physiques, doit être considérée comme d'ordre essentiellement chimique, analogue à celle de l'aldéhyde dans la paraldéhyde ou à celle du cyanogène dans les dérivés du tricyanogène et, par conséquent, toute différente d'une association physique de molécules chimiques simples.

» Nous ne croyons pas inutile de rappeler à ce propos que cette conception est confirmée par la mise en évidence de deux pouvoirs rotatoires $(\alpha)_D$ différents ([2]) pour les molécules simples et complexes, qui constituent l'alcool amylique actif et l'acide valérique actif. »

([1]) Ph.-A. Guye, *Ann. Ch. Ph.*, 6e série, t. XIII, p. 242. — *Arch. Sc. ph. nat. Genève*, 3e série, t. XXIII, p. 231, et 3e série, t. XXXI, p. 38 et 164.

([2]) Guye et Aston, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 819, et t. CXXX, p. 585.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation de l'oxyde phosphoreux.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« J'ai eu l'honneur, en l'année 1897, de présenter à l'Académie deux Notes ([1]) sur les modes de formation et les principales propriétés d'un nouvel oxyde du phosphore, l'oxyde phosphoreux P^2O que j'avais obtenu par trois procédés différents :

» 1° Action de l'hydrogène phosphoré gazeux sur le chlorure de phosphoryle en présence d'acide bromhydrique à une température de 50°-100°;

» 2° Action du trichlorure de phosphore sur l'acide phosphoreux, les deux substances étant chauffées au bain-marie à 100° dans un appareil à reflux et dans un courant de gaz inerte (CO^2);

» 3° Oxydation du phosphore en solution chlorocarbonique par de l'air sec et à une douce chaleur.

» A la suite de la production du même corps à composition définie dans ces différentes réactions, j'avais été amené à faire l'hypothèse que les différents sous-oxydes de phosphore précédemment signalés (oxydes jaune ou rouge de Leverrier, Gautier, etc.) devaient être formés d'oxyde phosphoreux impur :

» Dans cette hypothèse, l'oxyde rouge de Leverrier eût été de l'oxyde phosphoreux renfermant du phosphore $P^4O = P^2O + P^2$; l'oxyde jaune de Gautier, obtenu avec les mêmes produits, mais dans des circonstances un peu différentes du procédé (2°), de l'oxyde phosphoreux associé à du phosphure solide d'hydrogène $P^4OH = P^2O + P^2H$, etc.

» Or, depuis lors, Michaelis, d'abord en collaboration avec Pitsch, puis avec Arend, a repris l'étude des oxydes inférieurs du phosphore dans deux Mémoires publiés dans les *Annales de Liebig*, t. CCCX, p. 45, et t. CCCXIV, p. 259.

» Ce travail, qui fait le plus grand honneur aux deux chimistes qui en sont les auteurs, conduit à admettre définitivement l'existence du sous-oxyde de phosphure P^4O, connu sous le nom d'*oxyde de Leverrier*, qui s'obtient notamment à l'état de pureté, d'après les auteurs du travail que je

---

([1]) *Sur un nouvel oxyde du phosphore, l'oxyde phosphoreux* P^2O (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 763); *Sur l'oxyde phosphoreux* (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1032).

viens de citer, en précipitant par un acide dilué une solution de phosphore dans la potasse alcoolique.

» La similitude de l'aspect et des propriétés physiques attribuées à ce corps par les chimistes allemands avec ceux de l'oxyde phosphoreux, ainsi qu'un certain doute sur l'existence de ce corps que semblent émettre ces chimistes, m'ont décidé à reprendre mon travail antérieur.

» J'ai préparé de l'oxyde phosphoreux par le procédé fondamental, en dissolvant du gaz bromhydrique à froid dans du chlorure de phosphoryle pur, puis faisant passer un courant de gaz PH^3; la formation de bromure de phosphonium à froid est accompagnée du dépôt dès cette température d'une petite quantité de corps solide jaunâtre, mais ce n'est qu'en portant la température au-dessus de 50° que sa formation devient régulière. En maintenant quelques heures au bain-marie bouillant, on constate la formation d'un dépôt volumineux jaune orangé, qu'on sépare par filtration sur de l'amiante.

» Ce corps retient énergiquement de petites quantités d'éléments halogènes, qu'un épuisement prolongé par différents liquides anhydres (CCl^4, CS^2, éther) a été incapable de faire disparaître. Il a fallu recourir à un chauffage à 100°, en tube scellé avec de l'eau, pendant quelques heures; l'atmosphère du tube renferme, à l'ouverture, un peu d'hydrogène phosphoré spontanément inflammable. Le précipité orangé retenu par un filtre est desséché dans le vide, d'abord à froid, puis à 100°.

» Il ne renferme plus trace d'élément halogène; le phosphore y a été dosé, pour suivre le même mode opératoire que les chimistes allemands, en dissolvant la substance dans l'eau de brome et précipitant à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

» Les résultats de trois analyses sont les suivants :

	I.	II.	III.	Théorie pour P^2O.	Théorie pour P^4O.
P pour 100......	80,09	79,89	79,85	79,49	88,57

» D'autre part, je possédais encore un échantillon obtenu autrefois par le procédé (2°), action de l'acide phosphoreux sur le trichlorure de phosphore. Analysé dans des conditions semblables, il a donné pour résultat : P pour 100 = 80,03.

» Il ressort de là qu'aucun doute ne peut subsister au sujet de l'existence de l'oxyde phosphoreux P^2O que j'ai précédemment décrit. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'action des radiations solaires sur le chlorure d'argent en présence d'hydrogène.* Note de M. **Jouniaux**, présentée par M. Troost.

« Lorsque, dans une atmosphère limitée d'hydrogène pur, on expose du chlorure d'argent pulvérulent à la lumière solaire, il ne tarde pas à perdre sa couleur blanche pour noircir après avoir passé par une série de teintes intermédiaires. Il se forme, dans ces conditions, de l'argent métallique, au moins à la surface des particules du chlorure, et l'on constate que de l'acide chlorhydrique gazeux prend naissance :

Durée de l'insolation.	Proportion centésimale d'hydracide formé.
8 jours	11,40
15 jours	16,85
5 semaines	37,12
2 mois	41,44
3 mois	43,88
4 mois	50,09
5 mois	52,08
6 mois	59,59
18 mois	67,24

» Remarquons combien la réaction est lente, puisque même au bout de dix-huit mois d'exposition à la lumière les $\frac{2}{3}$ seulement du mélange gazeux que renferme le système sont occupés par l'acide chlorhydrique.

» En second lieu, l'expérience montre que la quantité d'hydracide formé est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle à la surface du chlorure d'argent qui reçoit l'impression lumineuse.

» Si, en effet, nous exposons à la lumière solaire, côte à côte et pendant le même temps, des tubes scellés renfermant de l'hydrogène et un même poids (1^{gr}) de chlorure d'argent, en morceaux de plus en plus volumineux que des tamisations fractionnées permettent aisément de préparer, on obtient des nombres bien différents :

Durée de l'insolation.	Proportion centésimale d'hydracide formé.
6 mois	59,91
»	42,31
»	35,10
»	26,69
»	16,98

On voit ici l'influence très nette de la surface du chlorure d'argent insolé sur la formation du gaz acide chlorhydrique.

» Nous avons d'ailleurs fait varier, dans des limites assez larges, la masse du chlorure d'argent pulvérulent introduit dans les tubes scellés dont les volumes étaient comme précédemment sensiblement constants.

» Le Tableau suivant indique les résultats trouvés :

Durée de l'insolation.	Poids du chlorure d'argent en expérience.	Proportion centésimale d'hydracide formé.
	gr.	
6 mois..........	0,20	24,34
»	0,50	33,63
»	1	59,59
»	5	90,23
18 mois..........	0,20	31,78
»	0,30	33,24
»	1	67,24
»	5	98,99

» Ce dernier résultat est très important. Il montre qu'après une exposition au soleil suffisamment prolongée, et avec une quantité convenable de chlorure d'argent, tout l'hydrogène est transformé en acide chlorhydrique.

» L'étude de l'action de l'acide chlorhydrique sec sur l'argent, à la température ordinaire et à la lumière, nous a d'ailleurs fourni une vérification de ce fait intéressant.

» Si, en effet, on expose aux radiations solaires des tubes scellés renfermant initialement de l'argent pur et de l'acide chlorhydrique sec, on ne trouve jamais à l'analyse la moindre trace d'hydrogène, même après dix-neuf mois d'insolation. Le gaz que renfermaient alors les tubes expérimentés était toujours de l'acide chlorhydrique pur, complètement absorbable par l'eau. Ajoutons que l'aspect de l'argent n'a jamais été modifié pendant l'expérience : il a constamment conservé sa teinte blanche primitive. La réaction

$$Ag + HCl = AgCl + H$$

n'a donc pas lieu à la température ordinaire et au soleil.

» Dans une Note que nous avons eu l'honneur de soumettre à l'Académie ([1]), nous avons montré que la réduction du chlorure d'argent par

([1]) *Sur l'action de l'acide chlorhydrique sec sur l'argent et réaction inverse* (*Comptes rendus*, 27 novembre 1899).

l'hydrogène ne commençait à devenir appréciable qu'à 250°. A toutes les températures inférieures à 200°, cette réduction n'a pas lieu. En sorte que, à la température ordinaire et dans l'obscurité, un système renfermant du chlorure d'argent et de l'hydrogène est en équilibre, mais cet état d'équilibre cesse brusquement si l'on fait tomber sur ce système un faisceau de radiations solaires. Lorsqu'on se place dans certaines conditions expérimentales déterminées, on peut aller jusqu'à transformer tout l'hydrogène en acide chlorhydrique, réaction que les seules actions calorifiques ne réussissent pas à rendre totale, dans les limites de température où il nous a été possible d'opérer. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'oxyde mercurique sur les solutions aqueuses des sels métalliques.* Note de M. **A. Mailhe.**

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXXII; mai 1901), j'ai fait connaître l'action que l'oxyde mercurique exerce sur les solutions aqueuses de divers sels métalliques de zinc, de nickel, de cobalt, de cuivre. Nous indiquerons aujourd'hui les résultats obtenus avec quelques autres classes de sels.

» I. *Sels de manganèse.* — Lorsqu'on ajoute de l'oxyde de mercure récemment précipité à une solution de *chlorure de manganèse*, on a d'abord formation d'un précipité blanc d'hydrate manganeux qui ne tarde pas à brunir par suite d'une suroxydation, faisant place à un précipité gélatineux formé, ainsi que Rose l'avait indiqué, par un oxychlorure de manganèse mêlé d'oxyde manganoso-manganique.

» Au sein d'une solution de *sulfate manganeux*, l'oxyde mercurique ne produit aucun déplacement, même après plusieurs mois de contact.

» Dans une solution concentrée d'*azotate de manganèse*, l'oxyde jaune de mercure est remplacé par un précipité blanc cristallin qui se présente au microscope sous la forme de prismes hexagonaux bipyramidés ayant la composition d'un nitrate basique mixte manganoso-mercurique de formule

$$(AzO^3)^2 Hg Mn O, 3 H^2 O.$$

» Ces cristaux blancs noircissent peu à peu à la surface sans que leur composition soit sensiblement modifiée.

» L'oxyde rouge mercurique donne lieu à la même formation.

» II. *Sels de cadmium.* — L'oxyde mercurique, ajouté à une solution de *chlorure de cadmium*, en précipite rapidement une poudre blanche amorphe d'aspect gélatineux, constituée par un oxychlorure de cadmium de formule

$$Cd Cl^2 Cd O, 7 H^2 O.$$

» Un précipité d'oxybromure de cadmium se produit dans les mêmes circonstances par action de l'oxyde de mercure dans une solution de *bromure de cadmium*.

» Dans une solution de *sulfate de cadmium*, l'oxyde jaune ne donne lieu à aucun déplacement; mais dans une solution d'*azotate de cadmium*, il y a formation d'un précipité blanc constitué par des prismes ou des lames clinorhombiques ayant la composition d'un nitrate basique double de cadmium et de mercure

$$(AzO^3)^2Hg.CdO, 3H^2O.$$

» III. *Sels de plomb*. — Au sein d'une solution de *chlorure de plomb*, l'oxyde de mercure récemment précipité disparaît peu à peu et est remplacé par une poudre blanche constituée par un chlorure basique double de plomb et de mercure de composition

$$HgCl^2.2PbO, 2H^2O.$$

» L'*azotate de plomb* n'a donné lieu, au contact de l'oxyde de mercure, à aucun déplacement.

» IV. *Sels ferreux*. — L'action de l'oxyde mercurique sur les sels de fer est particulièrement intéressante.

» Si à du *chlorure ferreux*, préparé soigneusement à l'abri de l'air, on ajoute à la fois une assez grande quantité d'oxyde mercurique récemment précipité, on a formation d'une poudre noire qui presque instantanément prend une couleur jaune brun. Cette poudre lavée et séchée semble présenter une composition homogène. En effet, l'eau bouillante ne la décompose pas, tandis que l'acide azotique ou l'acide chlorhydrique en séparent à chaud une poudre blanche amorphe constituée par du *chlorure mercureux* (60 pour 100) et dissolvent un chlorure ferrique très basique formé, pour 100 parties, de 3,5 de chlore pour 16,5 de fer.

» Mais si, au lieu d'ajouter brusquement l'oxyde de mercure à la solution de chlorure ferreux, on l'ajoute peu à peu, en se plaçant toujours à l'abri de l'air, cet oxyde devient d'abord noir, puis jaune brun et finalement blanc. En opérant ainsi l'on obtient une poudre blanche amorphe insoluble dans l'acide azotique à froid, constituée uniquement par du chlorure mercureux, en même temps que la liqueur se charge de chlorure ferrique.

» Dans une solution de *sulfate ferreux* privée de sulfate ferrique, et à l'abri de l'air, l'oxyde mercurique se change instantanément en une poudre noire, en même temps qu'il y a précipitation du fer sous forme de sulfate ferrique basique. Mais si le contact est assez prolongé, la poudre noire disparaît et laisse la place à une poudre jaune amorphe où l'on constate la présence de mercure métallique et qui peut être considérée comme formée par un mélange de sulfate mercureux et d'un sulfate basique de fer de formule

$$(SO^4)^3Fe^2, Fe^2O^3, nH^2O.$$

» La liqueur provenant de l'action de l'oxyde de mercure sur le sulfate ferreux a une coloration rouge, elle ne contient pas de mercure.

» V. *Sels ferriques*. — En présence d'une solution de *chlorure ferrique*, l'oxyde de mercure est dissous, puis laisse déposer un précipité rouge gélatineux d'oxychlorure.

» Si à une solution de *sulfate ferrique* on ajoute de l'oxyde de mercure, il se dépose une poudre amorphe jaune cirtron constituée par un sulfate basique de mercure qui présente la composition du turbith minéral :

$$SO^4Hg.2HgO.$$

» L'oxyde mercurique ajouté à une solution d'*azotate ferrique* se dissout peu à peu, puis quand la saturation est complète il se dépose une poudre cristalline formée de tables hexagonales irrégulières paraissant appartenir au système monoclinique. Ces tables séchées ne peuvent être privées totalement de leur eau mère qui leur communique une teinte jaune due au sel ferrique entraîné (la proportion de fer ainsi fixé est de 4 pour 100). Ces cristaux présentent la composition d'un azotate basique de mercure déjà connu :

$$(AzO^3)^2Hg.HgO, H^2O.$$

» Ces résultats, ainsi que ceux que nous avons indiqués antérieurement, montrent que l'oxyde de mercure, contrairement à ce qu'avait annoncé Rose, *déplace à froid* les oxydes, non seulement des solutions de leurs chlorures, mais aussi des solutions de la plupart des sels oxygénés, en particulier des azotates. L'action négative obtenue avec les solutions des sulfates métalliques tient sans doute à la faible concentration de ces solutions.

» L'action de l'oxyde de mercure sur les dissolutions des azotates et des chlorures ne précipite pas simplement un oxyde, mais un sel basique simple ou un sel basique mixte.

» Cette formation d'un sel basique mixte avec les azotates est plus rapide à chaud. Chaque fois qu'on traite une solution d'un azotate métallique par l'oxyde mercurique, il y a dissolution de l'oxyde, puis, par refroidissement, dépôt d'un azotate basique mixte cristallisé. Ces azotates basiques cristallisés présentent, à la quantité d'eau près, la même composition, mais une cristallisation différente des azotates mixtes obtenus à froid :

$$(AzO^3)^2Hg.ZnO, H^2O.$$
$$2(AzO^3)^2Hg.3NiO, 8H^2O.$$
$$(AzO^3)^2Hg.NiO, 2H^2O.$$
$$(AzO^3)^2Hg.CoO, 4H^2O.$$
$$(AzO^3)^2Hg.CuO, 2H^2O.$$
$$(AzO^3)^2Hg.MnO, 2H^2O.$$
$$(AzO^3)^2Hg.CdO, 2H^2O.$$

» M. Recoura a publié récemment (*Comptes rendus*, 17 juin) une Note sur

les sels mixtes qu'il obtient par action de l'hydrate cuivrique sur divers sels métalliques. J'ai moi-même entrepris, parallèlement à ceux de l'oxyde de mercure, des travaux sur ce point. J'ai obtenu ainsi particulièrement avec le chlorure et le bromure de zinc, le chlorure de cobalt, le bromure de nickel, les azotates de Ni, de Co, etc., des composés cristallisés bien définis que j'aurai l'honneur de décrire prochainement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Observations sur les sels basiques renfermant plusieurs oxydes métalliques*. Note de M. G. **André**.

« A propos des Notes communiquées tout récemment à l'Académie par MM. Mailhe (ce Volume, p. 1273) et Recoura (ce Volume, p. 1414), je me permets de rappeler que j'ai déjà décrit, il y a plusieurs années ([1]), des oxychlorures complexes constituant des sels basiques à deux métaux, et notamment les corps que l'on obtient en combinant les chlorures de calcium, de baryum, de strontium avec les oxydes de plomb et de mercure, le chlorure de zinc avec les oxydes de plomb, de mercure et de cuivre, le chlorure de manganèse avec l'oxyde de cuivre. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action des bases et des acides sur les sels d'amines*. Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. H. Moissan.

« I. J'ai établi que la pipéridine au contact des sels ammoniacaux donne lieu à une réaction limitée par la tension du gaz ammoniac ([2]). Je vais indiquer quelques mesures de tensions et montrer que la réversibilité de la réaction présente des particularités analogues à celles que j'ai signalées à propos de la dissociation du carbonate d'argent.

» Plaçons du chlorhydrate de pipéridine sec dans du gaz ammoniacal séché sur de la baryte potassée. A la température de la glace fondante, l'absorption commence quand la pression de l'ammoniaque équivaut à une colonne mercurielle verticale de 1255^{mm}. Dès que l'on dépasse cette pression, elle se rétablit lentement, et j'ai dit ailleurs que, si l'on opère dans un tube incliné, on constate un écoulement de pipéridine qui dénote

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 359 et 431; 1887; t. CVI, p. 854; 1888.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 502; 1897.

un déplacement de cette base conforme à l'équation

$$(1) \qquad P, HCl + AzH^3 = AzH^3, HCl + P.$$

Donc à la température de 0° le déplacement exige une pression de.	1255^{mm}
A 6°,7 on constate que le déplacement se fait sous pression de	1595
A 8°,3 » » » ...	1698

» Si, après avoir absorbé une certaine masse d'ammoniaque à température fixe, on abaisse la pression au-dessous de la tension, celle-ci ne se rétablit que pour de faibles variations de la pression.

» Cela tient à la formation des sels polyammoniés $AzH^4Cl, nAzH^3$ découverts par M. Troost. Nous produisons, en effet, du chlorhydrate d'ammoniaque naissant à l'aide d'un excès d'ammoniaque, c'est-à-dire que nous réalisons les conditions de préparation des composés de M. Troost, et leur tension propre de dissociation peut apparaître à la suite d'une trop grande dépression du gaz ammoniac.

» Cependant la réversibilité de la réaction (1) reste établie par ce fait que, si l'on verse une molécule de pipéridine sèche sur 1 molécule de chlorhydrate d'ammoniaque sec, la réaction est immédiate et donne une tension qui à 0° est sensiblement celle que nous avons observée dans l'expérience directe.

» Toutefois la réaction se ralentit considérablement si les corps en présence sont rigoureusement secs, et plus encore si, au lieu d'opérer en atmosphère ammoniacale, on opère dans un tube rempli d'air sec. Le retard apporté à la réaction est alors tel qu'au bout de deux jours la pression manométrique ne change pas; ce n'est qu'en chauffant le mélange à 50° qu'une tension se manifeste; à 100° la réaction s'amorce aussitôt et continue à la température ordinaire. Une trace d'eau produit le même effet qu'une surélévation de température : la réaction, lente au début, devient bientôt sensible, de sorte qu'en l'absence d'eau ou, plus généralement, d'un dissolvant, l'air sec empêche ou du moins ralentit considérablement l'action d'un liquide, la pipéridine, sur un solide, tel que le chlorhydrate d'ammoniaque.

» Il semble que le liquide agisse initialement par la très faible tension de sa vapeur; dans l'air sec, l'émission des vapeurs est lente, il est donc naturel que la réaction et même l'amorçage se ressentent de cette lenteur, tandis que l'attaque reprend si, par élévation de température ou par ionisation, on développe la tension ou la vitesse d'émission.

» II. *Polychlorhydrates d'alcaloïdes.* — D'après mes expériences, le chlorhydrate neutre de pipéridine et celui d'isobutylamine absorbent le gaz chlorhydrique sec en donnant des sels acides liquides à 20°. La tension de l'acide chlorhydrique dans ces composés est notablement inférieure à celle de l'acide sulfureux liquide; par exemple, la tension du bichlorhydrate de di-isobutylamine est de 1^{atm} à la température de 34°. De sorte que la formation de ces polychlorhydrates constitue un procédé de liquéfaction indirect, utilisable pour le transport des gaz difficilement liquéfiables, tels que l'acide chlorhydrique.

» J'ai cherché si l'absorption de l'acide gazeux en excès tenait à l'énergie chimique de la base ou bien à sa constitution chimique. L'ammoniaque, par ses constantes thermiques, est une base intermédiaire entre la pipéridine et la di-isobutylamine. Si l'absorption de l'acide en excès dépend de l'énergie basique, l'ammoniaque doit alors fournir des polychlorhydrates; sinon cette propriété n'est pas indépendante de la présence des radicaux hydrocarbonés qui entrent dans la constitution de la pipéridine et dans celle de la butylamine. Or, en comprimant un mélange de chlorhydrate d'ammoniaque et de gaz chlorhydrique sous une pression de 3154^{mm} de mercure, je n'ai pas constaté d'absorption, même en refroidissant à —21°. Il semble donc que le radical hydrocarboné, fixé à l'amidogène dans les alcaloïdes, attire l'acide chlorhydrique comme le font les hydrocarbures non saturés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'érythrite racémique.* Note de MM. **L. Maquenne** et **Gab. Bertrand**, présentée par M. Duclaux.

« Dans un remarquable Travail qui date aujourd'hui de huit ans [1], M. Griner réussit à transformer les dibromures stéréoisomères du crotonylène en deux tétrites inactives qui répondent à la même formule brute $C^4H^{10}O^4$. L'une d'elles se trouvant identique à l'érythrite ordinaire, l'autre ne pouvait être que son isomère racémique prévu par la théorie; c'est, en effet, sous ce nom que M. Griner l'a décrite, sans parvenir d'ailleurs à la dédoubler en ses composants, qui restaient, par suite, encore inconnus.

» En possession des deux érythrites inverses, dont nous avons fait con-

[1] *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 723, et t. CXVII, p. 553.

naître récemment les propriétés [1], il nous a été facile de reproduire le corps inactif de M. Griner et de compléter sur différents points les indications fournies par cet auteur.

» L'érythrite racémique prend naissance lorsqu'on mélange à poids égaux les deux érythrites actives; on obtient ainsi une solution qui n'agit plus sur la lumière polarisée et cristallise lentement dans le dessiccateur à acide sulfurique.

» Les cristaux enchevêtrés et, par suite, assez indistincts, n'ont pu être déterminés, mais il est vraisemblable qu'ils appartiennent au même système que ceux de l'érythrite active, car on peut faire cesser la surfusion du produit racémique par ensemencement avec l'un ou l'autre de ses composants actifs, alors que l'érythrite ordinaire n'agit pas.

» Cette circonstance porte à croire qu'il n'y a pas ici de véritable racémisation, au moins à la température ordinaire; l'érythrite dite *racémique* ne serait alors qu'un simple mélange, inactif par compensation.

» Plus soluble encore que ses composants, aussi bien dans l'alcool que dans l'eau, l'érythrite racémique est déliquescente et ne tarde pas à se liquéfier au contact de l'air; cette propriété contraste avec la stabilité des érythrites actives, qui sont inaltérables dans les mêmes conditions.

» L'érythrite racémique fond à $+72°$, ainsi que M. Griner l'a autrefois indiqué; comme ses isomères, elle est volatile et possède une saveur franchement sucrée.

» *Tétracétine :* $C^4H^6(C^2H^3O^2)^4$. — Ce corps a déjà été préparé par M. Griner en acétylant l'érythrite racémique par la méthode de M. Franchimont; on l'obtient plus aisément en mélangeant les deux acétines actives en proportion équimoléculaire : le produit sirupeux se solidifie de lui-même après quelques instants; il ne reste plus alors qu'à le faire recristalliser dans l'alcool.

» La tétracétine de la *r*-érythrite se présente sous la forme de petits cristaux brillants, ce qui la distingue de ses isomères actifs incristallisables; elle est peu soluble dans l'eau et très soluble dans l'alcool.

» Son point de fusion, un peu indécis, nous a paru voisin de $+50°-51°$, un peu plus bas, par conséquent, que celui qui a été donné pour l'acétine de synthèse ($+53°$); cependant nous avons pu, grâce à l'obligeance de M. Griner, comparer directement les deux corps et constater qu'ils se ramollissent et fondent ensemble sur le bloc, à la même température. Ils sont donc, ainsi qu'on pouvait s'y attendre, rigoureusement identiques.

» Le dosage du carbone acétique, par saponification alcaline, a donné 32,81 pour 100, le nombre théorique étant 33,10.

» *Acétal dibenzoïque :* $C^4H^6O^4(C^7H^6)^2$. — On le prépare, comme ses isomères, en traitant par l'aldéhyde benzoïque une solution alcoolique d'érythrite racémique saturée de gaz chlorhydrique à froid.

» Ce corps ressemble aux acétals actifs, mais fond à une température un peu plus basse, à $+220°$. Il est caractéristique.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1419; 1901.

» L'érythrite racémique de synthèse, préparée par M. Griner, donne le même produit, avec le même point de fusion.

» *Acétal divalérique :* $C^4H^6O^4(C^5H^{10})^2$. — Ce composé prend naissance dans les mêmes conditions que les acétals valériques de l'érythrite active; la précipitation est seulement plus lente et le rendement moins avantageux. Il cristallise sous la forme de lamelles blanches, plus petites que celles des acétals actifs, et fond, avec quelque indécision, vers + 72°-73°.

» L'acétal divalérique de l'érythrite inactive, qui n'a pas encore été décrit, est liquide à la température ordinaire. Il se dissocie à l'air en abandonnant des cristaux d'érythrite.

» *En résumé*, ces recherches confirment l'exactitude des résultats annoncés en 1893 par M. Griner et achèvent de faire connaître les propriétés spécifiques de l'érythrite inactive par compensation.

» Nous terminerons en donnant, sous forme de Tableau, les points de fusion des quatre érythrites stéréoisomères, ainsi que ceux de leurs dérivés caractéristiques :

	Tétrites libres.	Tétra-acétine.	Acétals valériques.	Acétals benzoïques.
Érythrite inactive......	+120°	+85°	liquide	+202°
Érythrite racémique....	+ 72	+50-51	+ 72- 73	+220
Érythrites actives......	+ 88	liquides	+105-106	+231

» La famille des tétrites se trouve ainsi, comme celles des pentites, définie dans tous ses termes théoriquement possibles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des chlorures d'acides sur les aldéhydes, en présence du chlorure de zinc.* Note de M. **Marcel Descudé.**

« On sait, depuis Maxwell Simpson ([1]), que le chlorure d'acétyle chauffé en tube scellé avec l'aldéhyde éthylique s'y combine, molécule à molécule, pour donner le composé

$$CH^3 - COO - CH^2Cl - CH^3.$$

» Franchimont ([2]) a étudié l'action du chlorure d'acétyle sur la paraldéhyde et a obtenu le corps précédent.

([1]) *Comptes rendus*, t. XLVII, p. 874.
([2]) *Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas*, t. I.

» Cette combinaison s'effectue avec une énergie et une rapidité surprenantes, si l'on opère en présence *d'une trace* de chlorure de zinc anhydre. Si l'on met, en effet, un tout petit fragment de chlorure de zinc dans un mélange, molécule à molécule, de paraldéhyde et de chlorure d'acétyle, il se produit, en quelques secondes, un vif dégagement de chaleur au point où se trouve le chlorure de zinc, et, presque aussitôt, une ébullition tumultueuse se produit. On la laisse se calmer et, vers la fin, il se dépose un corps solide blanc, ayant l'aspect du lait caillé. Si l'on filtre et qu'on distille, on recueille presque tout de 100° à 125°. Après plusieurs rectifications, la plus grande partie de ce liquide passe à 119°-120°, sous la pression de 740^{mm}.

» Le produit ainsi obtenu a la composition et les propriétes de la combinaison citée plus haut.

» L'action des chlorures d'acides sur l'aldéhyde formique n'ayant pas été étudiée, à ma connaissance, j'ai entrepris cette étude en opérant toujours en présence du chlorure de zinc, bien que les réactions que je vais décrire se produisent, mais péniblement, sans l'intervention de cet agent.

» Je ne mentionnerai aujourd'hui que deux de ces réactions.

» 1° *Action du chlorure d'acétyle sur le trioxyméthylène.* — Si, à un mélange de chlorure d'acétyle (80^{gr}) et de trioxyméthylène (40^{gr}), on ajoute quelques grammes de chlorure de zinc anhydre pulvérisé et qu'on agite, la masse ne tarde pas à s'échauffer, et une vive réaction se produit. Lorsqu'elle est calmée, le trioxyméthylène a disparu et il reste le chlorure de zinc inaltéré. Le produit, après filtration, étant rectifié, on obtient environ 80 grammes d'un produit passant à 110°-112°, en se décomposant légèrement.

» C'est un liquide incolore, d'odeur agréable puis piquante, fumant à l'air. Il est plus lourd que l'eau qui le décompose lentement en acide acétique, acide chlorhydrique et aldéhyde formique.

» Il possède donc toutes les propriétés de l'acétochlorhydrine de méthylène

$$(CH^3 - COO - CH^2Cl),$$

obtenue par Henry [1], en faisant réagir le chlore sur l'acétate de méthyle, et ayant la composition du corps qui résulterait de l'union, molécule à molécule, de l'aldéhyde formique avec le chlorure d'acétyle :

$$CH^2O + CH^3 - COCl.$$

» Il jouit encore de la propriété signalée par M. Grimaux [2], à propos de l'acé-

[1] *Deut. chem. Ges. Ber. vi*, p. 739.
[2] *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 217.

tochlorhydrine de méthylène, de se combiner avec divers alcaloïdes pour donner des bases qui se dissolvent dans l'acide sulfurique concentré avec une coloration pourpre.

» Néanmoins, sa composition diffère sensiblement de celle de ce produit, et l'on doit lui attribuer la formule

$$CH^3 - COO - CH^2Cl + \frac{1}{2} HCl.$$

» 2° *Action du chlorure de benzoyle sur le trioxyméthylène.* — En opérant comme précédemment, mais chauffant un peu pour amorcer la réaction, on ne tarde pas à voir le liquide entrer en ébullition, et, si l'on a adapté un réfrigérant ascendant au ballon dans lequel on opère, il distille une petite quantité d'un liquide plus lourd que l'eau; c'est un produit chloré distillant au-dessous de 100°. N'en ayant pas suffisamment pour le purifier, je n'ai pas encore pu le soumettre à l'analyse. Quant au produit liquide resté dans le ballon, si on le filtre pour le séparer du chlorure de zinc, et qu'on cherche à le distiller, il passe du trioxyméthylène qui se condense dans le réfrigérant et empêche toute distillation. Le produit, abandonné à lui-même, ne tarde pas à se prendre en une masse cristalline qui, essorée et reprise par l'alcool bouillant, se dépose sous la forme de beaux cristaux incolores que l'on peut avoir d'une limpidité parfaite et en gros prismes orthorhombiques, en laissant évaporer lentement une solution faite dans l'éther à chaud.

» Ces cristaux sont complètement insolubles dans l'eau. Ils se dissolvent dans les dissolvants organiques, mais pas en très fortes proportions.

» A l'analyse, il se présente comme un isomère de l'acide benzoïque.

Poids moléculaire déterminé par la cryoscopie.....	1re expérience : 242	244.
	2e » : 250	

» La formule que l'on doit attribuer à ce corps est la suivante :

$$(C^7H^6O^2)^2.$$

» Dans une Communication ultérieure, je reviendrai sur cette réaction pour en indiquer le mécanisme et l'étendre à d'autres produits homologues. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nitration des éthers acétylacétiques et de leurs dérivés acidylés.* Note de MM. **L. Bouveault** et **A. Bongert**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 701), nous avons décrit la préparation des deux butyrylacétylacétates de méthyle, ainsi que leurs dédoublements sous l'influence de l'eau et des alcalis.

» Nous avons eu l'idée de les soumettre l'un et l'autre à l'action de l'acide nitrique fumant.

» On opère la nitration sans précautions spéciales, en ayant soin seulement que la température ne dépasse pas 40°. Le mélange, versé dans l'eau froide, n'abandonnant qu'une très faible quantité d'huile, est épuisé à l'éther. Ce dissolvant abandonne un résidu très acide qu'on additionne d'eau; il se sépare une huile dense qu'on sépare et qu'on soumet à la distillation dans le vide. Les premières portions contiennent un mélange d'acides acétique et butyrique; la portion principale bout très nettement dès la seconde distillation à 151° sous 10^{mm}.

» On obtient ainsi un liquide un peu épais, de couleur à peine ambrée, d'une odeur particulière; $d_4^0 = 1,429$. Sa composition répond à la formule $C^3H^3AzO^3$, que la détermination de son poids moléculaire par cryoscopie dans le benzène a conduit à doubler.

» Le nouveau composé est un éther méthylique; l'ammoniaque aqueuse le transforme à froid en une amide peu soluble dans l'eau, insoluble dans les dissolvants organiques neutres, même bouillants, cristallisant dans l'eau par refroidissement en cristaux très nets, fusibles à 253° avec décomposition et bouillonnement.

» Cette amide a pour formule $(CHAzO)^n$; sa faible solubilité ne se prête pas à l'emploi de la méthode cryoscopique; mais sa formule, qui est $C^4H^4Az^4O^4$, ne laisse pas de doute, car la seule équation qui puisse représenter sa formation est la suivante :

$$C^6H^6Az^2O^6 + 2AzH^3 = 2CH^4O + C^4H^4Az^4O^4.$$

» L'*o*-butyrylacétylacétate de méthyle fournit le même éther et la même amide.

» Un échantillon de *c*-diacétylacétate d'éthyle soumis aussi à l'action nitrante se comporte comme les corps précédents, avec cette différence que le produit obtenu est un *éther éthylique* qui bout à 161° sous 10^{mm} et a pour composition $C^8H^{10}Az^2O^6$ et pour densité $d_0^4 = 1,296$. Cet éther fournit avec l'ammoniaque la même amide fusible à 253°.

» Nous apprenons par ces expériences que les deux séries de dérivés acidylés isomères se comportent de même à la nitration, que leurs groupements acidylés sont indifférents dans la réaction et se retrouvent à l'état d'acides quand elle est terminée. Ceci nous laissait prévoir que la nitration pure et simple des éthers acétylacétiques fournirait les mêmes produits que celle de leurs dérivés acidylés. C'est, en effet, ce que nous avons constaté : l'acétylacétate de méthyle nous a fourni l'éther $C^6H^6Az^2O^6$, l'acétylacétate d'éthyle, l'éther $C^8H^{10}Az^2O^6$, l'un et l'autre avec un bon rendement, l'un et l'autre transformables en l'amide fusible à 253°.

» La nitration de l'acétylacétate d'éthyle a été réalisée dès 1883 par M. Pröpper (*Lieb. Ann.*, t. CCXXII, p. 46) : nous ne doutons pas qu'il ait eu entre les mains l'éther $C^8H^{10}Az^2O^6$, mais il ne sut pas le purifier et en méconnut la formule et les propriétés.

» La formation des deux nouveaux éthers se formule par les deux équations :

$$2(CH^3 - CO - CH^2 - COOCH^3) + 2\,AzO^3H$$
$$= 2\,C^2H^4O^2 + 2\,H^2O + C^6H^6Az^2O^6,$$
$$2(CH^3 - CO - CH^3 - COOC^2H^5) + 2\,AzO^3H$$
$$= 2\,C^2H^4O^2 + 2\,H^2O + C^8H^{10}Az^2O^6.$$

» Elle s'explique en admettant la formation transitoire d'un dérivé nitré.

$$CH^3 - CO - \underset{\displaystyle AzO^2}{\underset{|}{CH}} - COOCH^3$$

se dédoublant aussitôt par hydrolyse en acide acétique et éther nitroacétique. Ce dernier, instable en présence d'acide nitrique, se déshydraterait et se polymériserait à la fois, suivant l'équation

$$2\,\underset{\displaystyle AzO^2}{\underset{|}{CH^2}} - COOCH^3 = 2\,H^2O + C^6H^6Az^2O^6$$

» Une dernière expérience est venue donner beaucoup de vraisemblance à cette explication :

» On obtient le nitroacétate d'éthyle pur, comme l'un de nous l'a montré avec M. Wahl (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 748), en décomposant son sel ammoniacal par l'acide chlorhydrique étendu ; l'huile qui se sépare est ensuite distillée dans le vide. Nous avons ainsi obtenu, outre le nitroacétate d'éthyle, qui bout à 95° sous 10^{mm}, des portions supérieures qui avaient d'abord été mises de côté ; elles ont été examinées récemment : une portion très importante passe aux environs de 160° sous 10^{mm}, possède une composition très voisine de $C^8H^{10}Az^2O^6$; elle est formée presque exclusivement de l'éther précédemment décrit, car, agitée avec de l'ammoniaque, elle fournit abondamment l'amide cristallisée et fusible à 253°.

» Ce produit a donc pris naissance par l'action de l'acide chlorhydrique étendu sur le nitroacétate d'éthyle ; il n'est pas étonnant que l'acide nitrique ait provoqué cette transformation d'une manière intégrale.

» M. Cramer (*D. ch. G.*, t. XXV, p. 716) a obtenu aussi un corps $C^8H^{10}Az^2O^6$ dans l'oxydation nitrique de l'oximidoacétate d'éthyle : mais, comme il ne donne de ce corps aucune constante physique et qu'il n'en décrit aucun dérivé, nous n'avons pu les comparer. D'un autre côté, M. Scholl, dans son tout récent Travail (*D. ch. G.*, t. XXXIV, p. 870), a décrit aussi un liquide $C^8H^{10}Az^2O^6$, dont le point d'ébullition est voisin de celui que nous avons observé ; mais les dérivés cristallisés qu'il fournit

sont tout à fait différents de ceux que nous avons entre les mains. Une prochaine Note donnera les résultats définitifs de la comparaison de ces divers corps. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la valeur acidimétrique de l'acide parasulfanilique.* Note de M. G. MASSOL.

« Cet acide m'a paru intéressant à étudier à cause du rapprochement de la fonction amine aromatique d'un groupement acide minéral.

» L'acide que j'ai employé est blanc, bien cristallisé, se volatilise sans fondre. L'essai acidimétrique à la phénolphtaléine a donné 100,5 pour 100, calculé pour $C^6H^4.AzH^2.SO^3H$; le produit est donc anhydre.

» A. *Chaleur de dissolution.* — J'ai pu dissoudre facilement dans le calorimètre, à la température de 20° C., 1 molécule d'acide (173^{gr}) dans 17^{lit} d'eau; il s'est produit une absorption de chaleur : $-3^{cal},84$.

» B. *Chaleur de neutralisation.* — La chaleur de dissolution de 1 molécule d'acide solide dans la soude (1 molécule dans 4^{lit}) a produit un dégagement de chaleur : $+5^{cal},23$. En ajoutant à ce nombre la chaleur absorbée par la dissolution de l'acide dans l'eau ($-3^{cal},84$), on obtient $+9^{cal},07$, nombre qui représente la chaleur de neutralisation de l'acide par la base, tous les corps étant dissous.

» C. *Sulfanilate monosodique.* — La dissolution aqueuse donne par évaporation de beaux cristaux, appartenant au système clinorhombique et renfermant 2 molécules d'eau de cristallisation. Ce sel hydraté se dissout dans l'eau avec absorption de chaleur : $-7^{cal},84$ pour 1 molécule pesant 231^{gr} dissoute dans 4^{lit} d'eau à + 12° C.

» Pulvérisé et longuement desséché à 100°, il devient anhydre et se dissout dans l'eau avec une légère absorption de chaleur $-1^{cal},64$ ($1^{mol} = 195^{gr}$ dans 4^{lit} d'eau à 13°).

» La chaleur d'hydratation du sel est

$$C^6H^4, AzH^2, SO^3Na \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} = C^6H^4, AzH^2, SO^3Na, H^2O \text{ sol.} + 3^{cal},34.$$

» D. *Chaleur de formation du sel solide.* — Les données ci-dessus permettent de calculer la chaleur de formation du sel solide à partir de l'acide et de la base solides.

$$C^6H^4AzH^2, SO^3H \text{ sol.} + NaOH \text{ sol.} = C^6H^4, AzH^2, SO^3Na \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} + 18^{cal},08.$$

» E. *Valeur acidimétrique comparée de l'acide parasulfanilique.* — La comparaison des chaleurs de neutralisation par la soude des acides sulfureux, phénylsulfureux et sulfanilique (phénylamidosulfureux) permet de montrer l'influence successive des groupements C^6H^5 et AzH^2, qui affaiblissent l'acidité de l'acide sulfureux :

	cal	
Acide sulfureux récemment dissous.....	+16,6	(B)
Acide phénylsulfureux	+13,6	(B)
Acide phénylaminosulfureux..	+ 9,07	(M)

» L'influence du noyau aromatique se traduit par un abaissement de 3^{cal} et celle de AzH^2 en position *para* par une nouvelle diminution de $4^{cal},53$, ce qui est considérable, étant donné son éloignement de l'hydrogène acide.

» Cette diminution est supérieure à celle que l'on observe par la comparaison des chaleurs de neutralisation des acides benzoïques et para-amidobenzoïques :

$C^6H^5.CO^2H$ diss. + NaOH diss......... $+13^{cal},5$ (B)
$C^6H^5.AzH^2CO^2H$ diss. + NaOH diss.... $+12^{cal},13$ (A. et W.)

Dans ce cas AzH^2, également en position *para*, ne diminue l'acidité que de $1^{cal},37$.

» Il en résulte qu'à l'état dissous l'acidité de l'acide para-amidobenzoïque est supérieure à celle de l'acide parasulfanilique :

$C^6H^4.AzH^2.CO^2H$ diss. + NaOH diss.. $+12^{cal},12$ (A. et W.)
$C^6H^4.AzH^2SO^3H$ diss. + NaOH diss... $+9^{cal},07$ (M.),

bien que l'acide sulfureux récemment dissous ait une chaleur de neutralisation de beaucoup supérieure à celle de l'acide carbonique en dissolution :

SO^2 récemment diss. + NaOH diss.. $+16^{cal},6$.
CO^2 diss. + NaOH diss............ $+11^{cal},1$.

Mais il n'en est plus de même si l'on ramène tous les corps à l'état solide ; c'est alors l'acide parasulfanilique qui dégage plus de chaleur que l'acide para-amidobenzoïque :

$C^6H^4AzH^2SO^3H$ sol. + NaOH sol.
$= C^6H^6AzH^2SO^3Na$ sol. + H^2O sol. $+18^{cal},08$ (M.).
$C^6H^4AzH^2CO^2H$ sol. + NaOH sol.
$= C^6H^4AzH^2CO^2Na$ sol. + H^2O sol. $+16^{cal},18$ (A. et W.).

ce qui montre l'influence des réactions secondaires qui se produisent à l'état dissous. »

CHIMIE CRISTALLOGRAPHIQUE. — *Sur le racémisme*. Note de MM. **J. Minguin** et **E. Grégoire de Bollemont**, présentée par M. A. Haller.

« Les idées émises jusqu'à présent sur le racémisme et, en particulier, celui des molécules complexes, sont confuses, souvent discutées, et les très nombreux Travaux publiés sur cette question n'ont pas encore permis de définir nettement la nature d'un racémique. La solution de ce problème réside certainement dans l'étude d'un très grand nombre de nouveaux dérivés ; aussi, pour ajouter quelques données à celles déjà acquises, nous avons préparé un certain nombre de composés du camphre, actifs et racémiques, d'après le processus indiqué tantôt par M. Haller, tantôt par

MM. Haller et Minguin (¹). Le Tableau ci-dessous résume les propriétés de ces dérivés racémiques et des actifs qui ont servi à les former.

Noms des composés.	Formule.	Point de fusion.			Densité.		Cryoscopie.		Poids moléculaire.
		Actif.	Racémique.	Actif et racémique.	Actif.	Racémique.	Actif.	Racémique.	
		°	°	°					
Benzylidènecamphre.	$C^8H^{14}<\begin{array}{l}C = CH.C^6H^5\\ CO\end{array}$	98	78	77	droit 1,132 gauche 1,138	1,139 1,135	droit { 226 222	222 223	240
Benzylidènecamphre bromé.	Constitution inconnue $C^{17}H^{19}BrO$	82	56	57	droit { 1,428 1,421	1,425 1,419	droit { 300 307	313 305	319
Réduction du benzylidènecamphre bromé.	Constitution inconnue $C^{17}H^{20}O$	68	43	"	droit { 1,154 1,159	1,153	droit { 223 227	222	240
Succinate neutre de bornéol.	$CH^2.CO^2C^{10}H^{17}$ $CH^2.CO^2C^{10}H^{17}$	83	82	81	gauche { 1,121 1,121	1,106 1,108	gauche { 368 357	371 356	390
Campholate de chloral.	$C.Cl^3.CH<\begin{array}{l}OC^{10}H^{17}\\ OH\end{array}$	48	48	45	gauche 1,276	1,254	"	"	"
Campholate de bromal.	$C.Br^3.CH<\begin{array}{l}OC^{10}H^{17}\\ OH\end{array}$	109	82	10	gauche { 1,870 1,872 droit 1,868	1,727	"	"	"
Anisalcamphre.	$C^8H^{14}<\begin{array}{l}C = CH.C^6H^4.OCH^3\\ CO\end{array}$	128	99	100	gauche 1,160	1,143	gauche 255	252	270
Benzylcamphre bromé.	$C^8H^{14}<\begin{array}{l}C.Br.CH^2C^6H^5\\ CO\end{array}$	94	112	89	droit { 1,374 1,372	1,432 1,433	droit 298	296	321

» Certains de ces composés sont d'une netteté parfaite et les cristaux obtenus atteignent facilement 1^{cm} à 2^{cm} de côté; leur étude cristallographique a montré qu'en général la forme cristalline du racémique est bien différente de celle des composés actifs (²). Il y a exception cependant pour les benzylidènecamphre bromé et anisalcamphre racémiques, dont la forme cristalline est identique à celle de leurs composants actifs.

» *Benzylidènecamphre bromé actif.* — Obtenu en faisant réagir une molécule de brome sur une molécule de benzylidènecamphre (³). Grands prismes orthorhombiques de 118°,30′, pour $b = 1000$, $h = 686,7$; les faces observées sont b_1, e_2, m, g_1, g_3, quelquefois a_2.

» *Benzylidènecamphre bromé racémique.* — Obtenu par cristallisation dans un mélange d'alcool et d'éther, de poids égaux des dérivés droit et gauche. Grands prismes orthorhombiques de 118°; les faces observées sont : e_2, m, g_1, g_3; la face b_1 n'a jamais

(¹) Voir différentes Notes parues aux *Comptes rendus* et au *Bulletin de la Société chimique* (1888...1900).

(²) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1546.

(³) *Bull. Soc. chim.*, t. XV, p. 988.

été observée, mais e_2 existe toujours. L'extrémité du cristal, seule, se trouve donc légèrement modifiée par l'absence de certaines faces.

» *Anisalcamphre actif.* — Grands prismes orthorhombiques de 114°,45'; pour $b = 1000$, $h = 297,4$; les faces observées sont : m, g_1, g_3, a_1, e_1, $e_{\frac{1}{2}}$, $b_{\frac{1}{2}}$.

» *Anisalcamphre racémique.* — Obtenu par cristallisation dans l'éther de quantités égales des dérivés droit et gauche. Grands prismes de 114°, 15'; les faces observées sont m, g_1, g_3. Les dômes sont peu nets; on a pu constater cependant les faces a_1 et e_1; ici encore l'extrémité du cristal est légèrement modifiée par l'absence de quelques faces.

» *Points de fusion.* — Pour six dérivés étudiés, les racémiques, dont le point de fusion est inférieur à celui des actifs correspondants, jouissent de la propriété de se dissoudre plus facilement que ces derniers dans l'alcool, l'éther, la benzine et le toluène; l'inverse a lieu pour le benzylcamphre bromé racémique, dont le point de fusion est supérieur à celui de ses composants.

» Considérons ensuite les points de fusion des mélanges à parties sensiblement égales de dérivés racémique et actif. Un tel mélange, s'il est constitué par un composé actif et par un racémique *affectant une forme cristalline différente* de celle de l'actif, a un *point de fusion commençant* inférieur au point de fusion de celui des deux corps qui fond le plus bas. D'autre part, un mélange de composés actif et racémique *affectant tous deux la même forme cristalline* a un *point de fusion commençant* un peu plus élevé que le point de fusion de celui des deux corps qui fond le plus bas.

» On peut donc, eu égard à cette différence dans la fusion, diviser ces racémiques en deux catégories bien distinctes suivant que leur forme cristalline est différente ou identique à celle des actifs correspondants. Les premiers, d'après ce qui précède, semblent constituer une véritable individualité, tandis que les autres paraissent se comporter comme un mélange isomorphe. Jusqu'à un certain point nous pouvons rapprocher ces faits du racémisme vrai et du pseudoracémisme définis par Kipping et Pope (1). Le benzylidènecamphre, le succinate de bornéol, les campholates de chloral et de bromal, le benzylcamphre monobromé seraient de véritables racémiques, tandis que le benzylidènecamphre bromé et l'anisalcamphre, qui, comme nous l'avons vu, sont à peu près identiques au point de vue cristallographique, constitueraient de simples mélanges isomorphes en quantités égales des dérivés droit et gauche.

---

(1) *Chem. Soc.*, t. LXXI-LXXII, p. 989-1000.

» D'ailleurs, l'un de nous a déjà mis en évidence, par la méthode des figures de corrosion, cet isomorphisme des corps actifs ([1]).

» *Densités.* — Les densités de ces dérivés ont été déterminées par la méthode du flacon et sont rapportées à l'eau à 0°.

» Le benzylcamphre bromé seul suit la loi de Liebisch ([2]). *La densité du racémique est plus grande que celle de ses constituants.* Les densités des succinate neutre de bornéol, anisalcamphre, campholates de chloral et de bromal actifs sont plus grandes que celles des racémiques correspondants. Pour les autres dérivés étudiés, la densité est sensiblement la même pour le racémique que pour les dérivés actifs.

» *Cryoscopie.* — La méthode cryoscopique a montré pour tous ces dérivés, sans exception, que le poids moléculaire des combinaisons racémiques pris dans la benzine à une concentration de $\frac{1}{10}$ de molécule dans 1000^{cc}, et même en solution aussi concentrée que possible, est identique à celui des constituants actifs. On peut en conclure que, dans ces conditions de concentration, la molécule est simple.

» Nous nous proposons d'étudier dans le même sens d'autres racémiques de la série du camphre. »

MINÉRALOGIE. — *Synthèse de la boronatrocalcite (ulexite).* Note de M. A. de Schulten, présentée par M. Fouqué.

« Pour préparer ce minéral artificiellement, on ajoute une solution de chlorure de calcium à une solution de borax saturée à froid et employée en grand excès, et on laisse reposer la liqueur dans un ballon bouché pendant 15 à 30 jours. Au bout de ce temps le précipité amorphe, qui s'est formé par le mélange des deux solutions, s'est transformé entièrement en petits cristaux. On lave les cristaux rapidement avec une petite quantité d'eau froide, on les presse entre des papiers à filtrer et on les dessèche à l'air.

» La composition des cristaux correspond à la formule $Na^2O, 2CaO, 5B^2O^3, 16H^2O$, qui est celle qu'on attribue généralement à la boronatrocalcite, ainsi que le montrent les nombres suivants donnés par l'analyse :

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 510.
([2]) *Annalen*, t. CCLXXXVI, p. 140; 1895.

	Trouvé.	Calculé.
Na^2O......	7,62	7,65
CaO......	14,06	13,79
B^2O^3......	42,68	43,10
H^2O......	35,38	35,46
	99,74	100,00

» L'acide borique a été déterminé par la méthode iodométrique due à M. L.-C. Jones. Deux déterminations de ce corps ont donné des résultats concordants.

» Chauffés légèrement, les cristaux perdent leur eau; au rouge, ils entrent en fusion. Laissés au contact de l'eau froide, les cristaux se dissolvent peu à peu entièrement.

» La boronatrocalcite artificielle, comme le minéral naturel, se présente en aiguilles tellement fines qu'il est impossible d'étudier leurs propriétés optiques et cristallographiques. L'épaisseur des cristaux atteint rarement $0^{mm},005$. Même en opérant avec de grandes quantités de matière et en laissant séjourner les aiguilles fort longtemps au contact de la solution de borax, je ne suis pas parvenu à obtenir des cristaux plus épais.

» La densité de la boronatrocalcite artificielle est de 1,955 à 15°; celle du minéral naturel, qui est toujours impur, a été trouvée égale à 1,65 par M. How (1). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les débuts de la germination et sur l'évolution du soufre et du phosphore pendant cette période.* Note de M. G. André.

« I. Lorsqu'on examine la façon dont une graine évolue normalement dans le sol, on constate le fait général suivant bien connu : la graine diminue de poids sec pendant quelques jours d'une manière constante, sa perte pouvant atteindre 25 et même 33 pour 100 du poids de la graine initiale supposée sèche. En réalité, si la matière organique diminue, la graine emprunte au sol des matières minérales (silice et chaux) dès le début de son gonflement, ainsi que je l'ai étudié antérieurement; l'absorption de l'acide phosphorique et de la potasse n'ayant lieu que plus tard. Aussi faut-il retrancher le poids des cendres du poids total de la matière

(1) Dana, *System of Mineralogy.*

sèche pour connaître exactement les variations de la matière organique seule. On obtient ainsi les résultats consignés dans le Tableau qui suit, emprunté à une des nombreuses séries d'expériences que j'ai exécutées sur le *Haricot d'Espagne*.

	Graines. — 29 mai 1900.	I. — 5 jours. 3 juin.	II. — 7 jours. 5 juin.	III. — 9 jours. 7 juin.	IV. — 11 jours. 9 juin.	V. — 13 jours. 11 juin.	VI. — 15 jours. 13 juin.	VII. — 17 jours. 15 juin.	VIII. — 20 jours. 18 juin.
Poids de 100 graines ou plantules sèches.	105gr,50	102gr,74	96gr,61	92gr,68	88gr,31	80gr,74	86gr,99	98gr,33	128gr,27
Cendres totales......	4,66	4,78	5,28	6,08	8,90	7,53	12,13	12,97	18,88
Matière organique....	100,84	97,96	91,33	86,60	79,41	73,21	74,86	85,36	109,39
Perte pour 100 du poids sec..........	»	2,62	8,43	12,16	16,30	23,47	17,55	6,80	+ 21,39

» Il résulte de l'examen de ce Tableau que la fin apparente de la germination est le moment où le poids sec de la matière organique est minimum, soit, ici, à la cinquième prise d'échantillon, dans laquelle il s'élève à 73gr,21 pour 100 plantules sèches. Lorsque la graine a atteint le minimum de poids, ses cendres pèsent 1,6 fois plus que celles de la graine; cette proportion est très sensiblement la même dans toutes les séries que j'ai étudiées. Puis, à partir de cet instant, le poids de la matière organique se relève rapidement. Pendant les treize premiers jours, la plantule avait perdu 23,47 pour 100 de son poids; dans les sept jours qui suivent, non seulement elle a retrouvé le poids initial de sa graine, mais elle l'a dépassé de 21,39 pour 100. L'absorption saline augmente aussi beaucoup et la nature de cette absorption change bientôt : ce sont les phosphates et les sels de potasse, facteurs essentiels de la production des albuminoïdes et de la migration des hydrates de carbone, qui montent dans la plante concurremment avec la silice et la chaux.

» Si la perte respiratoire est très forte au début de la germination, à quel moment cependant cette perte commence-t-elle à être atténuée par l'exercice de la fonction chlorophyllienne naissante? En effet, au moment de la perte maxima, à laquelle nous avons fait allusion, la plantule dresse déjà dans l'air une tige de $0^{m},10$ de hauteur, garnie généralement de quatre feuilles bien vertes, et il est évident que la fonction d'assimilation s'exerce depuis quelques jours. On ne peut rien dire de précis à cet égard, puisque, d'autre part, les cotylédons, non encore complètement vidés, contribuent, pendant un temps variable, à la nutrition du végétal.

» II. L'étude des variations du soufre et du phosphore se relie naturellement à celle des transformations germinatives. Les variations du soufre total et celles du soufre existant à l'état de sulfates, c'est-à-dire du soufre oxydé, sont intéressantes à suivre.

» E. Schulze (1) a donné à cet égard des indications précises en examinant la façon dont s'oxyde progressivement le soufre des albuminoïdes, au fur et à mesure de la destruction de ceux-ci, chez une graine (Lupin) se développant dans l'eau seule et à l'abri de la lumière. J'ai observé que, dans la germination normale de la graine dans le sol, le soufre total — comprenant à la fois le soufre des albuminoïdes, celui des composés organiques sulfurés et le soufre déjà oxydé à l'état de sulfates — augmente régulièrement depuis le commencement de la germination et, au moment où la plantule a retrouvé le poids de sa graine, ce soufre est environ deux fois et demie plus fort qu'au début. Or, une certaine quantité d'albuminoïdes s'est transformée en composés amidés et, par conséquent, le soufre devenu disponible s'oxyde dès qu'il sort de leur molécule. Mais, dans une germination normale, cette décomposition des albuminoïdes est suivie de très près par la reconstitution de ceux-ci, en sorte que le soufre oxydé est vraisemblablement réemployé de nouveau à cette synthèse. Le soufre total, dont l'augmentation est progressive, pourrait servir soit à la formation de composés sulfurés neutres autres que les albuminoïdes, soit à la régénération des albuminoïdes nouveaux, en supposant que le soufre primitivement oxydé ne fût pas employé à ce but. Quant au soufre des sulfates, son accroissement depuis le début de la germination est dû en grande partie au dépôt dans la plante, et par simple évaporation, du sulfate de chaux venant du sol. Ce soufre sera utilisé ultérieurement.

» III. Si l'on compare le phosphore total que l'on obtient en brûlant la matière dans l'oxygène en présence de carbonate de soude chauffé au rouge au phosphore des phosphates préexistants obtenus par simple macération dans l'eau acidulée, on trouve que ce dernier augmente avec les progrès de la germination, alors que le phosphore total reste stationnaire, et n'augmente que lorsque l'azote lui-même s'accroît.

» Or, si l'on dose les lécithines par le procédé de Schulze et Steiger (*Zeitschr. physiol. Chemie,* t. XIII, p. 365), on observe que celles-ci diminuent progressivement; il est vraisemblable que leur destruction met en liberté une certaine dose de phosphore qui s'oxyde et que ce soit là la cause, non unique certainement, de l'accroissement du phosphore oxydé. En effet, la quantité de phosphore ainsi oxydé serait beaucoup trop faible pour expliquer l'augmentation des phosphates. On peut expliquer celle-ci par les considérations suivantes. On sait que, dans les graines, les tubercules, les bulbes, il y a union intime des phosphates avec la matière albuminoïde. Pendant la germination, la décomposition des albuminoïdes doit mettre en liberté une certaine quantité de ces phosphates : telle serait la raison de l'augmentation progressive de ceux-ci, et il y aurait donc parallélisme, dû à la même cause, celle de la destruction des albuminoïdes, entre l'accroissement des sulfates et celui des phosphates pendant la germination. »

---

(1) *Ueber Schwefelsaüre-Bildung in Keimpflanzen* (*Landw. Vers. Stat.* t. XIX, p. 172; 1876).

ZOOLOGIE. — *Morphologie de l'appareil digestif des Dytiscides* (1). Note de M. L. Bordas, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le *tube digestif* des Dytiscides peut être divisé, comme celui de tous les insectes, en trois régions : l'intestin antérieur, l'intestin moyen et l'intestin postérieur ou terminal. Chacune de ces parties comprend toujours plusieurs subdivisions, différentes par leur forme et leurs fonctions.

» Chez les Dytiscides, le *gésier* et l'*ampoule rectale* sont des formations caractérisées par leur structure et leurs usages tout particuliers. Le premier, par la présence de dents ou aires sétigères internes, doit jouer un rôle dans la trituration ultime des aliments. Quant à l'ampoule rectale, elle a une triple fonction : c'est à la fois un appareil hydrostatique, un organe défensif quand l'animal est hors de l'eau, et un réceptacle excrémentitiel dans sa région médiane et son extrémité postérieure.

» Bien que les Dytiscides (*Dytiscus marginalis* L., *Cybister Rœselii* Fabr., *Agabus chalconotus* Panz., *Acilius sulcatus* L., etc.) soient essentiellement carnassiers, la longueur de leur tube digestif est cependant fort considérable et atteint jusqu'à quatre fois la longueur du corps de l'insecte.

» L'*intestin antérieur* comprend quatre parties : le pharynx, l'œsophage, le jabot et le gésier.

» Le jabot a la forme d'un sac, plus ou moins vaste suivant son état de vacuité ou de réplétion. Il sert à emmagasiner provisoirement les matières alimentaires et les déverse ensuite dans le gésier, où les gros éléments sont soumis à une mastication complémentaire avant de passer dans l'intestin moyen.

» Le gésier, ou *appareil masticateur supplémentaire*, est très court et ne mesure que 2^{mm} à 3^{mm} de longueur. Il affecte une forme conique, à large base tournée en avant, et est séparé du jabot par une légère dépression circulaire. C'est à la suite de cette dernière qu'il s'élargit et présente un bourrelet annulaire suivi d'une constriction qui se continue par une partie terminale, presque hémisphérique, soudée à l'intestin moyen. Chez l'*Acilius*, cet organe présente la forme de deux troncs de cône réunis par leur base.

» L'extrémité antérieure du gésier débute par une expansion corolliforme circulaire, qui fait hernie dans la cavité postérieure du jabot, et dont l'ensemble présente

---

(1) L'historique de la question sera donné au moment de la publication de notre Mémoire : *Appareil digestif et tubes de Malpighi des Coléoptères* (*Anatomie, Histologie et Physiologie*).

une ressemblance frappante avec une corolle de liseron. Les bords de cette expansion sont parcourus par huit bandelettes rayonnantes chitineuses, portant de longues soies très serrées et de couleur jaune foncé. Au centre du bourrelet infundibuliforme existe un étroit orifice établissant une communication entre le jabot et le gésier. Cet orifice est irrégulier et présente un entre-croisement de soies cornées provenant surtout des bandelettes séparatrices et jouant le rôle de filtre ou de passoire.

» L'intérieur du gésier est surtout caractéristique et présente huit épaississements chitineux et sétigères que nous avons désignés, d'après leurs dimensions et leurs formes, sous les noms de *dents* et de *denticules*. Ce sont les prolongements antérieurs de ces bourrelets qui constituent l'expansion campanuliforme située au fond du jabot.

» Les formes des dents et des denticules, ainsi que la disposition des soies chitineuses, sont variables d'une espèce à l'autre; aussi n'allons-nous décrire sommairement que l'armature interne du gésier de l'*Acilius*, chez lequel dents et denticules atteignent leur maximum de complexité.

» Les dents, ou plages sétigères principales, présentent une forme triangulaire et se terminent par une pointe conique ou légèrement arrondie. Leurs bords latéraux sont échancrés et recouverts de soies longues et épaisses, dirigées en arrière, leur donnant ainsi l'apparence de baguettes pariétales cornées et de couleur sombre. La face dorsale est aplatie et porte, en arrière, des pointes chitineuses coniques, à sommet arrondi, à large base et imbriquées comme les tuiles d'un toit. Latéralement existent deux bandelettes formées par de longues soies noirâtres, recourbées en arrière et disposées en brosse. En avant de chaque dent se trouve une plage sétigère lancéolée, suivie d'un bourrelet longitudinal qui s'étend jusqu'à l'orifice de l'intestin moyen.

» Les denticules ont une forme rectangulaire et sont recouvertes dorsalement de soies longues et grêles, dirigées obliquement vers la région médiane. Elles sont, comme les dents, suivies par une courte plage sétigère lancéolée, continuée elle-même par un bourrelet qui se poursuit jusqu'à l'extrémité postérieure du gésier.

» L'*intestin moyen* est la partie la plus importante et la plus caractéristique du canal intestinal.

» Il comprend deux régions fort distinctes par leur diamètre, leur forme et leur structure histologique. La première partie, large, légèrement incurvée en arc, a une apparence sacciforme. Elle est recouverte de nombreuses papilles glandulaires, longues, cylindriques, digitiformes, donnant à l'organe l'apparence d'une brosse à bouteille. La seconde partie, plus étroite que la première, est hérissée de petits tubercules courts, coniques ou hémisphériques. Papilles et tubercules sont des évaginations glandulaires de la cavité intestinale.

» A l'extrémité postérieure de l'intestin moyen se trouve un bourrelet circulaire qui marque l'origine de l'*intestin terminal* et sur lequel viennent déboucher les quatre tubes de Malpighi.

» L'*intestin terminal* est long, très sinueux (sauf chez l'*Acilius*), étroite-

ment enlacé par les tubes urinaires, et va déboucher dans la poche ou ampoule rectale.

» Au point de vue de l'union de l'intestin postérieur et de l'ampoule rectale, on trouve, chez les Dytiscides, trois formes bien tranchées :

» 1° Chez les *Agabus*, l'embouchure a lieu vers l'extrémité antérieure de l'ampoule et la partie cæcale est rudimentaire; 2° chez les *Dytiscus* et les *Cybister*, la fusion se fait vers le milieu de l'ampoule, et 3° chez les *Acilius* elle a lieu, au contraire, vers l'extrémité terminale, laissant ainsi, en avant, un long appendice cæcal. L'ampoule et son cæcum présentent de nombreux plissements transversaux. Sa cavité interne a une structure différente de celle de l'intestin terminal. Elle est tapissée d'une intima chitineuse portant de fines soies cornées. Les fonctions physiologiques de cet organe sont triples, ainsi que nous l'avons dit au début.

» L'étude histologique de l'appareil digestif des Dytiscides et des Lucanides et les phénomènes de génération de l'épithélium de l'intestin moyen feront l'objet d'une prochaine Note. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la sensibilité des végétaux supérieurs à l'action utile des sels de potassium.* Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans des recherches précédentes, MM. Dehérain et Demoussy [1] d'une part, moi-même [2] d'autre part, nous avons démontré que les germinations des végétaux supérieurs sont des réactifs remarquables pour apprécier des doses infinitésimales de matières toxiques. Il était intéressant de savoir si une sensibilité analogue se manifeste pour les substances utiles. C'est le travail que j'ai entrepris en prenant pour exemple les sels de potassium, dont les bons effets pour le développement des plantes sont bien connus.

» Dans ce but, j'ai fait croître de jeunes germinations de Blé de Bordeaux dans une longue série de solutions de plus en plus diluées d'un composé potassique déterminé, et, comparativement, dans de l'eau distillée. On arrête l'expérience cinq ou six jours

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXI; 1901.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXI; 1901. *Association française pour l'avancement des Sciences* (Congrès de Paris, 1900).

après que les plantules de l'eau distillée ont épanoui leur deuxième feuille et ont permis, par suite, à leur troisième feuille de prendre un certain développement. Si, à ce moment, on mesure la longueur de cette troisième feuille [1] dans les autres cultures et que l'on en trace la courbe, on constate que celle-ci s'abaisse assez régulièrement depuis les doses les plus élevées [2] jusqu'à une certaine dose I à partir de laquelle elle devient sensiblement parallèle à la ligne des abscisses et passe par le point correspondant à l'eau distillée. Il est manifeste que, depuis la première dose jusqu'à I, la substance dissoute a été favorable au développement de la plantule, tandis que la dose I et les doses inférieures ont été trop faibles pour provoquer la croissance dans des proportions notables, autrement dit sont *indifférentes*. Le problème que je me suis posé consistait donc à trouver cette dose I; un grand nombre de cultures m'ont permis d'y parvenir avec suffisamment d'approximation.

» A titre d'exemple, voici le détail d'une expérience :

Plante en expérience : Blé de Bordeaux.

Durée : du 25 mai au 15 juin 1901.

$a =$ solution initiale à 0,0005 de phosphate de potassium.

Numéro de la culture.	Solution.	Longueur de la 3e feuille (en centimètres).
1	a	12,5 cm
2	$a/2$	10
3	$a/4$	10
4	$a/8$	9,5
5	$a/16$	9
6	$a/32$	8
7	$a/64$	6
8	$a/128$	5,5
9	$a/256$	5
10	$a/512$	4
11	$a/1024$	2,3
12	$a/2048$	1,4
13	$a/4096$	1,6
14	Eau distillée	1,5

» On peut considérer que, à partir de la culture n° 12, le phosphate de potassium est

(1) Les première et deuxième feuilles donnent des renseignements moins exacts parce qu'elles paraissent se nourrir surtout aux dépens des matières de réserve des semences et, comme celles-ci, présentent d'assez grandes variations individuelles.

(2) A moins, bien entendu, que ces doses ne soient toxiques.

devenu indifférent. Dans ce flacon la solution était à 0,000 000 244, soit, en arrondissant les chiffres, 0,000 000 25.

» En procédant de la même façon pour d'autres composés du potassium ([1]), j'ai reconnu que ces composés ne deviennent indifférents qu'aux doses indiquées ci-dessous :

Carbonate de potassium	....	0,0000001
Phosphate »	....	0,00000025
Sulfate »	....	0,0000008
Chlorure »	....	0,0000030
Azotate »	....	0,0000040

» Ces chiffres montrent que les végétaux supérieurs jouissent d'une sensibilité merveilleuse à l'action utile des sels de potassium et permettent d'apprécier la mesure de ceux-ci, même quand ils sont en proportion infime. »

BOTANIQUE. — *Sur la constitution de la graine de* Hernandia *rapprochée de celle de* Ravensara. Note de M. **Edouard Heckel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Le genre *Ravensara*, particulier à Madagascar, présente dans la constitution de son fruit et de sa graine une organisation spéciale considérée comme exceptionnelle et qui semble avoir été bien élucidée par Baillon (*Adansonia*, t. IX, p. 199). Le fait principal établi par cet auteur est que les six compartiments à peu près égaux qui constituent la graine de *Ravensara* sont réalisés par des cloisons lignifiées nées, non du péricarpe, mais du réceptacle lui-même, de telle sorte que la partie supérieure de ce péricarpe, celle de la graine et de l'embryon, demeurent indivises.

» Ce fait n'est pas isolé dans la famille des Laurinées. Nous allons montrer, par l'examen des graines de *Hernandia sonora* L. et *H. cordigera* Vieillard, que le même phénomène essentiel, c'est-à-dire le partage des cotylédons en lobes plus ou moins nombreux, s'y trouve réalisé par un procédé plus simple mais non moins intéressant, et que de cette façon sont rapprochés, par le même processus, deux genres de Laurinées considérés

([1]) Toutes les cultures étaient faites dans des flacons contenant 100^{cc} de liquide, et avec les mêmes plantes (Blé de Bordeaux) prises au même état de développement.

comme appartenant à des séries bien distinctes et dont l'un, le genre *Hernandia*, a même été érigé en type dominant d'une famille, celle des *Hernandiacées*, par M. Pax (Engler et Prantl, *Natürliche Pflanzenfamilien*, III Theil, 2 Abth., p. 126).

» On sait que les *Hernandia* donnent des fruits à péricarpe dur et enveloppés à la maturité par une cupule qui ne se soude à aucun degré avec ce péricarpe. Une coupe longitudinale et transversale à travers ces fruits, pris à différents âges, montre que l'embryon à radicule et gemmule supérieures et à cotylédons inférieurs, est pénétré, dans sa partie cotylédonaire très développée, en différents sens par des cloisons d'épaisseurs dissemblables mais peu résistantes et toutes formées par le spermoderme. Baillon (*Histoire des Plantes*, t. II, p. 449, 486) a bien indiqué que les cotylédonss ont ruminés et sphériques, mais le trait dominant de cette condition lui a échappé, comme nous allons voir.

» En réalité, les cotylédons sont sphériques dans *H. sonora* comme le fruit lui-même; ils sont au contraire lenticulaires biconvexes, comme le fruit lui-même, dans *H. cordigera* : de plus, l'ensemble de l'embryon dans ces deux espèces n'est pas charnu comme l'affirme Baillon; il est très richement gras (41 pour 100 d'huile) et féculent tout à la fois, comme c'est la règle dominante dans les Laurinées. Si l'on examine l'orientation des cloisons spermodermiques qui pénètrent dans l'embryon, on voit tout d'abord que les unes s'arrêtent, après s'être divisées ou non, peu au delà de la périphérie des cotylédons et ne pénètrent pas jusqu'au centre de l'embryon. Je les appellerai *cloisons secondaires* : elles sont les plus nombreuses et constituées par une ou deux couches de cellules jaunes. Les autres, au nombre de 4 à 8, atteignent, après de nombreuses divisions, le centre des cotylédons, en laissant libre la partie supérieure de la graine, qui est surtout formée par la radicule et la gemmule : je les appelle *cloisons primaires*. Ces cloisons sont plus épaisses et formées de 5 à 6 rangées de cellules de couleur jaune clair : elles se différencient comme les secondaires par leur coloration et par leur absence de contenu figuré, alors que le tissu cotylédonaire est incolore, rempli de sphérules huileuses à grains d'aleurone et d'abondants petits grains d'amidon. Il résulte de cette disposition que les graines d'*Hernandia* ont la partie supérieure de leur embryon indivise comme les *Ravensara* et aussi leurs cotylédons partagés en 4 à 9 segments parfaitement séparables, par des cloisons non pas lignifiées, non pas d'origine réceptaculaire, comme cela semble se produire dans *Ravensara*, mais membraneuses et spermodermiques.

» En somme, c'est le même résultat obtenu par des procédés différents. Il est à remarquer en outre que dans *Ravensara*, rapprochement de plus avec *Hernandia*, l'embryon est non pas charnu, comme le dit Baillon, mais huileux et féculent à la fois et que, d'après les dessins mêmes de Baillon, les lobes de ces cotylédons séparés des cloisons ligneuses portent, comme dans *Hernandia*, des cloisons membraneuses d'origine spermodermique,

mais très courtes. Les cloisons ligneuses des *Ravensara* correspondraient donc aux cloisons primaires que nous avons décrites dans *Hernandia*, avec cette différence qu'elles sont rectilignes et d'origine réceptaculaire, selon Baillon; les secondaires seraient identiques de part et d'autre et d'origine spermodermique. En ce qui touche aux cotylédons, ils sont gras et féculents dans les deux genres, mais ceux d'*Hernandia* s'éloignent de ceux de *Ravensara* en ce qu'ils sont dépourvus des cryptes à huile essentielle abondantes dans *Ravensara*.

» Il serait intéressant de voir si cette disposition des *Hernandia* et des *Ravensara* ne se retrouve pas dans certaines sections du groupe des *Cryptocaryées*, auquel appartient le genre typique de Madagascar. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Emploi du résonateur Oudin pour la production des rayons X*. Note de M. R. **Demerliac**, présentée par M. d'Arsonval.

« Il arrive souvent que l'effluve partant des tubes à vide de Röntgen, placés trop près des sujets et actionnés par de puissantes bobines, provoque des érythèmes. Avec les machines statiques, cet accident n'est pas à craindre, mais la puissance des tubes est diminuée, et ces appareils sensibles à l'humidité refusent souvent de fonctionner. D'ailleurs, il n'est pas toujours possible d'employer des bobines ayant un pôle à la terre. Il est donc intéressant de pouvoir produire des rayons X à volonté dans toutes les conditions et sans crainte d'accidents.

» Or l'effluve que donnent les appareils à courants alternatifs de haute fréquence et de haute tension ne produit jamais d'érythème; même cet effluve possède, au contraire, des propriétés curatives utilisées en électrothérapie; les remarquables expériences de MM. d'Arsonval, Oudin, Doumer, etc., nous renseignent à cet égard.

» J'ai donc cherché à utiliser le résonateur Oudin, si répandu aujourd'hui, si pratique et si facilement réglable, pour produire ces rayons et j'ai reconnu qu'en prenant certaines précautions on pouvait avec lui actionner les tubes à vide.

» Tous ces tubes s'illuminent par le passage de la décharge du résonateur quand on les fait communiquer par un conducteur avec la boule supérieure de l'appareil; mais ce sont les tubes ayant une large cathode concave et une anode très réduite qui donnent les meilleurs résultats. J'ai employé des tubes bianodiques, des tubes à anode

annulaire, des tubes divers construits par M. Chabaud. Ces derniers sont les meilleurs, notamment le modèle connu sous le nom de Colardeau-Chabaud, avec électrode en palladium. Ce dernier à $0^m,25$ illumine parfaitement sur toute son étendue un écran au platinocyanure 24×30 et l'observation des ombres se fait facilement, le scintillement étant relativement faible, quoique plus marqué qu'avec les tubes actionnés par les machines statiques. Il m'a servi à faire des radiographies d'une grande netteté, aussi fines que celles obtenues au moyen de la bobine.

» Le tube est réuni au résonateur par le côté cathodique, et l'on peut soit mettre au sol l'autre électrode, soit la laisser libre; le résultat est le même, mais dans le premier cas on peut toucher le tube, le mettre au contact d'une muqueuse et, par suite, l'introduire dans une cavité naturelle sans ressentir aucun effet. On peut donc employer une bobine quelconque, et aucun danger n'est à redouter, vu l'innocuité absolue des courants de haute fréquence sur l'organisme.

» Il paraît évident que le tube fonctionne mieux quand la décharge le traverse dans un seul sens; de là la nécessité d'une anode petite et d'une large cathode. Peut-être une soupape cathodique de M. Villard faciliterait-elle beaucoup la marche.

» Le tube Colardeau-Chabaud, dont j'ai fait usage, fonctionnait couramment avec une bobine donnant $0^m,15$ d'étincelle, permettant alors de lire le chiffre 3 au posomètre de Brandt à la distance de $0^m,30$. Quand il marche avec le résonateur actionné par la bobine de $0^m,35$ d'étincelle (mais réglée pour n'en donner que 25 en prenant 3 ampères dans le primaire), il permet encore la lecture du chiffre 3 du posomètre à la distance de $0^m,25$. Il rend donc un peu moins, mais il a l'avantage de ne pas chauffer en marche et de pouvoir fonctionner plus longtemps avec la même puissance. D'ailleurs, cette diminution du rendement est peu importante, puisque, l'effluve n'étant plus à craindre, on peut se rapprocher du tube; la netteté de l'image radiographique reste la même, vu la faible surface de la source des rayons.

» Il est probable qu'il serait facile de créer des tubes spéciaux qui, en fonctionnant de cette manière, donneraient des rendements supérieurs et tout comparables à ceux donnés par les tubes actuels actionnés par les puissantes bobines. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence et la localisation de l'iode dans les leucocytes du sang normal.* Note de MM. **Stassano** et **P. Bourcet**, présentée par M. Armand Gautier.

« La présence normale de traces d'iode dans le sang a été établie par M. Gley et l'un de nous [1]. L'objet du présent Travail a été de rechercher

(1) Gley et Bourcet, *Présence de l'iode dans le sang* (*Comptes rendus*, 18 juin 1900).

si les leucocytes du sang ne seraient pas les éléments qui contiendraient ce métalloïde. Le fait que dans le caillot sanguin on ne décèle pas d'iode, et que cette substance, que les auteurs précités ont trouvée dans le plasma surnageant le caillot, ne passe pas à la dialyse montre que l'iode n'est pas un élément des hématies et qu'il existe dans le plasma sous forme d'une combinaison très complexe. D'autre part, le rôle que les leucocytes jouent dans l'élimination, et qui fera l'objet d'une prochaine Communication de l'un de nous, nous faisait présumer que, durant la vie, l'iode devait se trouver fixé aux leucocytes dont les produits de désagrégation, après l'extravasation du sang, passent dans le plasma.

» Dans trois expériences différentes exécutées l'an dernier, nous pûmes constater la présence de l'iode soit dans la couche des leucocytes séparés des autres éléments du sang, soit dans les nucléo-albumines du sérum, qui constituent l'élément principal de désagrégation des leucocytes lors de la coagulation, soit enfin dans les nucléo-albumines du plasma sanguin obtenu par centrifugation du sang défibriné qui contient également les produits de la désagrégation provoquée artificiellement par le battage.

» Ces premiers résultats concordants nous ont engagés à reprendre notre démonstration et à la rendre complète par une expérience définitive.

» Un chien de forte taille, non narcotisé, fut saigné à blanc aussi rapidement que possible pour réduire les causes d'hypoleucocytose, c'est-à-dire de désagrégation des leucocytes à l'intérieur des vaisseaux (¹); on obtint ainsi près de 2^{lit} de sang. Le premier litre, environ, fut rendu incoagulable par addition de $\frac{1}{1000}$ d'oxalate de soude et centrifugé; le reste fut défibriné et centrifugé. Après deux heures de centrifugation, on retira du premier lot de sang 400^{gr} de plasma, 360^{gr} de globules rouges et les pellicules des leucocytes mélangées à quelques grammes de plasma et d'hématies.

» Du second lot de sang, on retira 280^{gr} de plasma et 360^{gr} de globules rouges (²). Nous avons ensuite étendu chacun de ces plasmas de 5 à 6 volumes d'eau et nous en avons séparé les nucléo-albumines respectives par addition d'acide acétique, après avoir rendu la liqueur très légèrement acide au tournesol; il est nécessaire d'attendre vingt-quatre heures, à basse température, pour recueillir les nucléo-albumines précipitées.

» Puis nous avons recherché l'iode dans chaque partie séparée, en regard desquelles nous consignons les résultats obtenus :

(¹) Stassano, *Comptes rendus*, 16 octobre 1899.

(²) Le battage, d'après Schmidt, détruit les leucocytes dans la proportion de 60 pour 100. Nos observations personnelles nous portent à croire que cette destruction atteint la presque totalité des leucocytes, car sur les préparations fixées et colorées de sang défibriné nous n'avons retrouvé que quelques petits mononucléaires.

Sang oxalaté.		Sang défibriné par battage.	
Pellicules de leucocytes........	0,020 d'iode (mgr)		
Globules rouges (contenant encore beaucoup de leucocytes).	0,030 »	Globules rouges	Traces d'iode indosable
Nucléo-albumines du plasma ...	0 »	Nucléo-albumines du plasma.	0mgr,015
Autres éléments du plasma. ...	0 »	Autres éléments du plasma...	0

» Ces chiffres prouvent que l'iode contenu dans le sang étudié existait exclusivement dans les leucocytes.

» En effet, les pellicules de leucocytes du premier lot (pellicules de 1lit de sang n'ayant qu'un poids très faible) contiennent une quantité très appréciable d'iode, alors que cet élément ne peut être franchement décelé sur le sang total qu'à la condition d'opérer sur un litre environ. La teneur assez élevée d'iode constatée dans la totalité des couches de stroma rouge du sang oxalaté est due à la présence, parmi les hématies, d'une quantité encore considérable de leucocytes dont on ne parvient à se débarrasser que par plusieurs centrifugations successives au sein de solutions physiologiques.

» Le second lot de sang, à son tour, par la présence d'iode en quantité appréciable dans la faible quantité de nucléo-albumines précipitées du plasma et son absence des autres parties de cette liqueur, prouve jusqu'à l'évidence l'origine leucocytaire de cet élément minéral du sang. »

MÉDECINE. — *Sur l'anesthésie locale en chirurgie dentaire à l'aide des courants de haute fréquence et de haute intensité.* Note de MM. **L.-R. Regnier** et **G. Didsbury**, présentée par M. d'Arsonval.

« Depuis trois mois nous avons entrepris, avec l'appareil de M. le professeur d'Arsonval et des électrodes spéciales, des recherches dans le but de savoir s'il était possible de provoquer l'anesthésie locale à l'aide des courants de haute fréquence et de haute intensité, conformément aux faits signalés pour la première fois par M. le professeur d'Arsonval. Les résultats de nos expériences sont les suivants :

» *Extractions d'incisives.* — Presque toujours absolument indolores.

» *Extractions de canines.* — Presque toujours absolument indolores.

» *Extractions de molaires.* — Résultats variables; les premières molaires sont généralement bien anesthésiées; les dernières moins bien. Une tentative de curettage

de la dentine malade et une d'enlèvement du nerf dentaire n'ont pas donné de résultats probants. Ce jour-là M. Regnier a constaté que l'appareil ne donnait pas son rendement habituel.

» L'intensité employée est de 100 à 150 milliampères. La durée d'application de cinq minutes. L'électrisation ne provoque aucune sensation désagréable; aucune réaction secondaire.

» Il résulte de cette première série d'expériences :

» 1° Que les incisives et les canines sont les dents les plus faciles à anesthésier; les molaires et les racines découronnées le sont moins;

» 2° Les dents à périostite donnent des résultats variables;

» 3° L'électrisation ne provoque aucune réaction fâcheuse.

» Dans une Note ultérieure, nous donnerons les résultats obtenus dans d'autres applications de ce procédé d'anesthésie locale sur d'autres régions. »

HYGIÈNE. — *Sur la conservation des eaux minérales.* Note de M. **F. Parmentier**, présentée par M. Troost.

« Dans un travail récent sur les eaux de Vichy (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1423), MM. C. Girard et F. Bordas font remarquer combien il serait plus profitable aux malades, au lieu de boire des eaux plus ou moins altérées par les différentes manipulations qu'on leur fait subir à partir de leur lieu d'origine, de pouvoir les prendre telles qu'elles sortent des griffons. Ils posent le problème de trouver un procédé permettant d'embouteiller les eaux minérales de façon qu'elles restent identiques à ce qu'elles sont à la source.

» Un pareil procédé, nous l'avons trouvé il y a déjà plusieurs années et nous l'avons décrit dans une Note parue aux *Comptes rendus* du 7 juin 1892. Il exige des soins de propreté rigoureux, des installations spéciales et une main-d'œuvre plus longue et plus délicate que celle en usage pour l'embouteillage ordinaire.

» Nous avons essayé de le faire adopter par bien des propriétaires ou administrateurs de sources. Nous n'avons réussi à le voir appliquer, au moins à notre connaissance, qu'à la source Jeanne d'Arc à Pougues-les-Eaux.

» La source Jeanne d'Arc est très riche en bicarbonate de fer et en bicarbonate de chaux, de sorte que par l'embouteillage ordinaire on n'obtenait qu'une eau ocreuse nullement acceptable comme boisson. L'emploi de bassins de décantation ne donnait

qu'une eau fade, désagréable même à boire. Avec les appareils que nous avons fait installer et les précautions que nous avons indiquées, on a obtenu, et à peu de frais, une eau d'une limpidité parfaite, identique, même après son transport, comme goût et comme composition, à l'eau prise à la source. Nous en avons conservé pendant plusieurs années sans pouvoir constater la moindre altération. Nous étions du reste déjà arrivé au même résultat avec beaucoup d'autres eaux.

» MM. C. Girard et F. Bordas signalent également ce fait que les eaux de Vichy prises aux griffons sont stériles. Dans les nombreuses recherches bactériologiques que nous avons faites sur les eaux de la région du Centre, nous n'avons jamais trouvé de microorganismes quand nous avons fait nos prélèvements aux griffons, en prenant les précautions d'asepsie exigées pour de pareilles recherches. Malheureusement, il n'en est plus de même quand on fait arriver ces eaux par des canalisations plus ou moins défectueuses dans des vasques largement ouvertes, exposées à recevoir les poussières de l'atmosphère, celles apportées par les malades ou par les vases souvent contaminés qu'on plonge dans les vasques pour les remplir. En mettant ces eaux en culture, on trouve les microorganismes les plus variés et même des bacilles nocifs.

» A notre avis, toutes les sources minérales devraient avoir des captages et des canalisations parfaits et être protégées complètement contre l'air qui altère leur composition chimique, mais surtout contre tout apport de germes de microorganismes. Les mêmes précautions devraient être prises pour l'embouteillage. »

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 JUIN 1901.

(*Suite.*)

Taylor's general Catalogue of stars for the equinox 1835,0, *from observations made at the Madras Observatory during the years* 1831 *to* 1842, revised

and edited by A. M. W. DOWNING, superintendent of the *Nautical Almanac*. Édimbourg, 1901; 1 vol. in-4°.

Report of the Astronomer royal to the Board of visitors of the Royal Observatory, Greenwich; read at the annual visitation of the Royal Observatory, 1901, june 1, by W. R. M. CHRISTIE. 1 fasc. in-4°.

Observations sur le régime des sources minérales intermittentes, au moyen d'un appareil enregistreur, par F.-F. MOLDENHAUER. Tiflis, 1901; 1 fasc. in-8°. (En langue russe.) (Hommage de l'Auteur.)

Notas criticas referentes a las « Contribuciones al estudio de Aves chilenas » de Federico Albert, por CARLOS BERG. Buenos-Ayres, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Explanation of an Indian Map, by GEORGE DAVIDSON. (Reprinted from Mazama. April, 1901.) 1 fasc. in-8°.

Les glandes pugidiennes des Coléoptères. Second Mémoire : *Carabides (Bombardiers, etc.), Paussidies, Cicindélides, Staphylinides,* par FR. DIERCKX. Lierre, Louvain, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Der Formaldehyd, seine Darstellung und Eigenschaften, seine Anwendung in der Technik und Medicin, bearbeitet von Dr L. VANINO, unter Mitwirkung von Dr E. SEITTER. Vienne, Pest, Leipzig, A. Hartleben, s. d.; 1 fasc. in-16. (Envoi de l'Éditeur.)

Critica medica de nuestra obstetrica legal en cuanto a los partos precoces y tardios, por el Dr ANTONIO DE GORDON Y DE ACOSTA. La Havane, impr. J. Huquet, 1900; 1 fasc. in-12.

The Canadian patent office record and register of copyrights and trade marks; vol. XXVIII, 1900. *Annual index.* Ottawa, 1901; 1 fasc. in-8°.

Stad Antwerpen. Paedologisch jaarboek, onder redactie van prof. M.-C. SCHUYTEN; tweede jaargang. Antwerpen, Paris, Leipzig, 1901; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

The Institution of mechanical engineers. Proceedings, 1901; n° 1. Londres; 1 vol. in-8°.

The Institution of mechanical engineers. List of members, february 1901. *Articles and by-laws.* Londres; 1 vol. in-8°.

Ophiura brevispina, by CASWELL GRAVE. Baltimore, 1900; 1 fasc. in-8°.

Johns Hopkins University circulars, published with the approbation of the Board of Trustees; vol. XIX, ns 144-147; vol. XX, ns 148, 149. Baltimore, 1900; 6 fasc. in-4°.

American chemical Journal, edited by IRA REMSEN, prof. of Chemistry in the Johns Hopkins University; vol. XXIII, ns 5, 6; vol. XXIV, ns 1-5; vol. XXV, ns 1-4 and 6. Baltimore, 1900; 12 fasc. in-8°.

American Journal of Mathematics, edited by SIMON NEWCOMB; vol. XXII, n^s 2-4; vol. XXIII, n^r 1. Baltimore; 4 fasc. in-4°.

California Academy of Sciences. Proceedings, 3rd series : *Zoology*, vol. II, n^s 1-6; *Botany*, vol. I, n^r 10; vol. II, n^s 1, 2; *Geology*, vol. I, n^s 7-9; *Math.-Phys.*, vol. I, n^s 5-7; *Occasional Papers*, vol. VII. San-Francisco, 1900; 15 fasc. in-8°.

Forms of images in stellar Photography, by EDWARD S. KING. (*Annals of Harvard College Observatory*; vol. XLI, n^r 6.) 1 fasc. in-4°.

Annals of the astronomical observatory of Harvard College; vol. XLV. Cambridge, U. S., 1901; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 JUIN 1901.

Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, vol. LV, 6e série, t. V. Bordeaux, J. Durand, 1900; 1 vol. in-8°.

Société Linnéenne de Bordeaux. Catalogue de la Bibliothèque; fasc. II. Bordeaux, J. Durand, 1901; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube, t. LXIV de la collection; 3e série, t. XXXVII; année 1900. Troyes, P. Nouel; 1 vol. in-8°.

Magistri salernitani nondum editi. Catalogo ragionato della Esposizione di Storia della Medicina aperta in Torino nel 1898, PIERO GIACOSA. Turin, Fratelli Broca, 1901; Texte, 1 vol. in-8°, et Atlas, 1 fasc. in-f°.

Sopra la pioggia melmosa (pioggia di sangue) caduta in Firenze la sera del 10 *marzo* 1901, prof. N. PASSERINI e prof. G. D'ACHIARDI. Florence, typ. M. Ricci, 1901; 1 fasc. in-8°.

Der Kampf um Wohlfahrt, von Dr KARL PAEUER; zweite Ausgabe. Leipzig, H.-W. Theodor Dieter, 1901; 1 fasc. in-8°.

El Instructor, publicacion mensual, cientifica, literaria y de filologia; ano XVIII, n°s 1, 2. Auguascalientes, Ricardo Rodriguez Romo, 1901; 2 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la direction du prof. Dr M. MENZBIER et de A. CRONEBERG; année 1900, n°s 1, 2. Moscou, J.-N. Kouchnereff et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie, classe des Sciences Mathématiques et Naturelles, janvier, février, mars, 1901; n°s 1, 2, 3. Cracovie, impr. de l'Université; 3 fasc. in-8°.

Preisliste, n° 12, II Theil : *Physikalische Apparate*, MAX KOHL. Chemnitz; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 24 JUIN 1901.

Histoire de l'Abrotonum. — Signification de la désinence « ex » de quelques noms de plantes, par le Dr SAINT-LAGER. Paris, J.-B. Baillière, 1900; 1 fasc. in-8°.

Service géographique de l'Armée. Rapport sur les travaux exécutés en 1900; Paris, 1901; 1 fasc. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées, 71e année, 8e série, IIe Partie, Cahiers 1-3, janvier-mars 1901. Paris, E. Bernard et Cie; 3 fasc. in-8°.

Résultats des Campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par ALBERT Ier, prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction avec le concours de M. JULES RICHARD. Fasc. XIX : *Étude de fonds marins provenant du voisinage des Açores et de la portion orientale de l'Atlantique nord,* par J. THOULET. Imprimerie de Monaco, 1901; 1 fasc. in-4°. (Présenté en hommage par S. A. le Prince de Monaco.)

Preliminary table of solar spectrum wave-lengths, by HENRY-A. ROWLAND. Chicago, 1896; 1 vol. in-8°.

Results of meteorological observations made at the Radcliffe observatory, Oxford, in the eigth years 1892-1899, edited by ARTHUR-A. RAMBAUT, vol. XLVIII. Oxford, James Parker et Cie, 1901; 1 vol. in-8°.

Nova Acta Regiæ Societatis Scientiarum upsaliensis, Ser. III, vol. XIX; 1901. Upsal; 1 vol. in-4°.

Yearbook of the United States Department of Agriculture, 1900, Washington, 1901; 1 vol. in-8°.

Observations faites à l'observatoire météorologique de l'Université impériale de Moscou, septembre 1899, février 1901. 18 fasc. in-8°.

Report of the New-York meteorological observatory of the Department of Parks, Central Park, New-York City, for the year 1901, DANIEL DRAPER, Director, New-York, 1901; 1 fasc. in-4°.

Bulletin Mensuel de la Station géophysique d'Uccle, mai 1901. Bruxelles; 1 fasc. in-4°. (Hommage de M. Lagrange. Présenté par M. de Lapparent.)

ERRATA.

(Séance du 17 juin 1901.)

Note de M. *Berthelot*, Recherches sur les équilibres chimiques, etc. :

Page 1457, ligne 22, *au lieu de* $AzO^3Ag + PO^4Na^2H$, *lisez* $3AzO^3Ag + PO^4Na^2H$.
Page 1459, ligne 9, *au lieu de* phosphate biargentique prédominant, *lisez* phosphate triargentique prédominant.

FIN DU TOME CENT TRENTE-DEUXIÈME.